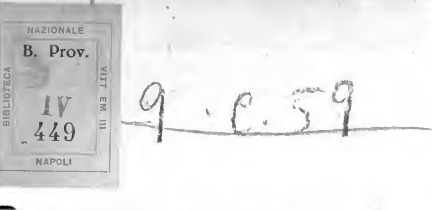



NAZIONALE
B. Prov.
BIBLIOTECA
VITT EM. III
IV
449
NAPOLI
9. C. 59


BIBLIOTECA PROVINCIALE
Armadio
Palchetto
Num.º d' ordine


NAZIONALE
B. Prov.
BIBLIOTECA
VITT EM. III
NAPOLI

Die

Reformation der Sternkunde.

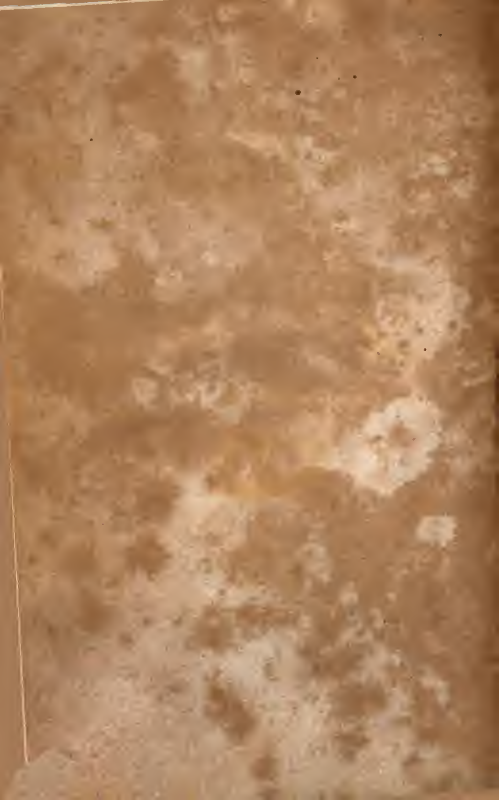
Ein Beitrag zur deutschen Culturgeschichte

von

E. F. Apelt.

Mit fünf Figurentafeln.

Jena,
Druck und Verlag von Friedrich Mauke.
1852.



Ihro Kaiserlichen Hoheit

der regierenden Frau Grossherzogin von Sachsen - Weimar

MARIA PAULOWNA

Grossfürstin von Russland

in ehrfurchtsvoller Dankbarkeit

unterthänigst zugeeignet

von

dem Verfasser.



Vorrede.

Die Geschichte der Astronomie bietet seit der Epoche der Gründung der königlichen Societät zu London und der Akademie der Wissenschaften zu Paris keine Schwierigkeiten dar. Diese beiden grossartigen Institute sind zwei feste Sitze der Naturwissenschaften geworden, in ihnen nimmt die Physik alsbald den Charakter des Experiments, die Astronomie den der himmlischen Mechanik an. Die Schriften beider Gesellschaften enthalten das Archiv der Entdeckungen und Erfindungen, die seit Huygens' Zeiten in jenen Wissenschaften gemacht worden sind. Vor der so eben bezeichneten Epoche ist der geschichtliche Faden der Astronomie nicht immer so leicht zu verfolgen. Einige von den Männern, die in dieser Geschichte eine Rolle spielen, sind in ein geheimnissvolles Dunkel gehüllt, andere gewissermaassen verschollen; Thatsachen, die die persönlichen Beziehungen jener Männer, den Fortschritt der wissenschaftlichen Entdeckungen und die Verkettung der Ideen betreffen, sind vielfach durch Sage entstellt und schwankend; astronomische Vorstellungsweisen endlich, die späterhin durch die Mechanik des Himmels aus der Wissenschaft ausgeschieden wurden, sind selbst zum Räthsel geworden.

Zwei dieser Räthsel: Keppler's Himmelsharmonie, ein schöner Traum, der eine sinnvolle und tiefe religiöse Bedeutung hat, sowie des Eudoxus und Kallippus Sphärentheorie, die in das Gewebe der metaphysischen und religiösen Ansichten des Aristoteles kunstvoll verflochten ist, habe ich schon früher zu lösen versucht. Jahre lang beschäftigt mit dem Studium Keppler's und seiner Werke, erschien es mir wie eine den Manen unsers grossen Landsmanns schuldige Aufgabe, auch die letzten dunkeln Punkte der Geschichte der Entdeckung der elliptischen Theorie der Planeten aufzuhellen. In die Geschichte dieser Entdeckung spielt ein bisher kaum mehr als der Sage nach bekannter Mann hinein. Dieser Mann, über dessen Ideenverkehr mit Keppler bis jetzt ein völliges Dunkel schwebte, ist der ostfriesische Prediger David Fabricius. Die Centralsternwarte zu Pulkowa bewahrt in ihrer Bibliothek unter der Sammlung keppler'scher Manuskripte den Originalbriefwechsel beider Männer. Durch die Huld Ihrer Kaiserlichen Hoheit der Frau Grossherzogin gelangte dieses für die Geschichte der Astronomie höchst merkwürdige Document nach Deutschland und wurde mir zur Benutzung anvertraut. Wenn ich dadurch vermocht habe, ein bis dahin leeres Blatt in der Geschichte der Astronomie auszufüllen, so habe ich es dieser erhabenen Beschützerin der Wissenschaften zu danken.

An die Arbeiten über Keppler schloss sich unmittelbar eine andere Untersuchung an. Die wahre Theorie der Bewegung der Himmelskörper ist auf dem Boden des kopernikanischen Systems erwachsen. Ueber den historischen Ursprung der Lehre von der jährlichen Bewegung der Erde haben sich allerlei Sagen verbreitet, die noch nicht mit der Fackel historischer Kritik be-

leuchtet worden sind. Doppelmayr und nach ihm Schubert haben die Ehre dieser Erfindung dem Regiomontanus zugeschrieben. Hagen hat sie in seiner Schrift: „Deutschlands literärische und religiöse Verhältnisse im Reformationszeitalter“, den Berichterstatter mit dem Autor verwechselnd, dem Johann Schoner vindicirt. Noch Andere haben den Cardinal von Cusa für den Urheber dieser Lehre gehalten. Irrthümer der Art sind selbst in Montuclas' Geschichte der Mathematik übergegangen. Alle diese Sagen sind grundlos. Die Idee der jährlichen Bewegung der Erde sprang aus Kopernikus' Geiste wie Minerva aus Jupiter's Haupte. Ich glaube dieses durch historische Urkunden und die Erklärung der erst vor Kurzem bekanntgewordenen mysteriösen Ansicht des Nikolaus von Cusa von der Erdbewegung dargethan zu haben.

Wenn man auf der einen Seite den Ruhm der Originalität des Kopernikus zu schmälern versuchte, so hat man auf der andern Seite die Genauigkeit, die sein System der Berechnung der Planetenörter gewährt, häufig überschätzt, indem man es gleichsam als eine Zwischenstufe zwischen der alten ptolemäischen und der wahren keppler'schen Planetentheorie betrachtete. Diese Ansicht bedarf einer Berichtigung und Beschränkung. Es war im Sinne dieses Systems, dass Keppler die herkömmliche Ordnung der Untersuchung umkehrte, mit der sogenannten zweiten Ungleichheit der Planeten (der jährlichen Bewegung der Erde und deren Einfluss auf die scheinbare Bewegung der Planeten am Himmelsgewölbe) begann und erst als diese feststand, zur Untersuchung der ersten Ungleichheit (der eigenen Bewegung des Planeten in seiner Bahn) fortging. Es

gewährte ihm ferner dieses System den grossen und unschätzbaren Vortheil, von den Endpunkten bekannter Standlinien aus Entfernungen des Mars direct aus Beobachtungen abzuleiten, um sie mit den durch Rechnung aus der Theorie erschlossenen zu vergleichen. Dies ist in Wahrheit der grosse Dienst, den dieses System der Fortbildung der Theorie der Sternkunde geleistet hat, wenn es auch für sich in seiner ursprünglichen Gestalt die Planetenörter mit keiner grösseren Genauigkeit als das ptolemäische gab und daher für den praktischen Astronomen vor Keppler keinen Vorzug vor diesem besass.

Erst nach Abschluss meiner Arbeiten kam mir die neuerdings erschienene Schrift Gruppe's über die kosmischen Systeme der Alten zu Gesicht, deren Verfasser mehr blendend als überzeugend darzulegen sich bemüht, dass Niemand anders als Platon der erste Urheber des kopernikanischen Weltsystems, d. i. der heliocentrischen Lehre sey. Ohne in eine specielle Kritik dieser Schrift einzugehen, wozu hier der Ort nicht ist, kann ich nicht unterlassen zu bemerken, dass die darin aufgestellte Meinung der ganzen vorhipparchischen Geschichte der Astronomie ebenso zuwider ist, wie dem Geiste des platonischen Systems. Auch wäre es in der That unbegreiflich, dass weder Aristoteles noch irgend ein Anderer einer so ausserordentlichen Sache ausdrücklich und mit bestimmten Worten erwähnt haben sollte. Die Spindel, um die sich die Beweisführung des Herrn Gruppe dreht, ist eine Stelle aus dem siebenten Buch der Gesetze, allwo der athenische Fremdling von einer wunderbaren astronomischen Wahrheit spricht, die unmittelbar mit der Lehre vom höchsten Gott zusammenhänge und die erst von der Zukunft begriffen

werden würde. „Die Lehre," sagt er, „über den Mond und die Sonne und die übrigen Gestirne, dass sie irren, ist, o Freunde, nicht richtig, sondern es verhält sich damit ganz umgekehrt, denn jedes derselben beschreibt immer denselben Weg, nicht viele, sondern immer *einen* im Kreise, es scheint aber viele zu beschreiben. Das schnellste derselben wird aber mit Unrecht für das langsamste gehalten und umgekehrt." Hier ist weder von einer Bewegung der Erde noch von einem Stillstand der Sonne die Rede, vielmehr wird gerade gegen den Grundgedanken des heliocentrischen Systems, gegen die Annahme der *Ruhe* der Sonne, von der *Bewegung* der Sonne ebensowohl wie von der Bewegung des Mondes und der Planeten gesprochen. Platon unterscheidet hier eine *scheinbare* und eine *wirkliche* Bewegung der Sonne, des Mondes und der Planeten und leugnet nur, dass sie *irren*. Was aber dieses Irren bedeutet, darüber kann kein Zweifel herrschen. Er will damit nichts Anderes sagen, als dass der Weg dieser Gestirne, nicht wie es den Anschein hat, in einem regellosen Umherirren bestehe, sondern dass er durch ein Gesetz an eine feste Bahn gebunden sey. Er unterscheidet die scheinbare Vielheit ihrer Wege am *Himmelsgewölbe* und die wirkliche Einheit ihrer Bahn *im Raume*, wie wir sagen würden, die sphärisch astronomische und die theoretisch astronomische Ansicht ihres Laufes. Die erstere ist ihm ein Gegenstand der Sinnesanschauung (*εἰκασια*), die letztere ein Gegenstand der mathematischen Erkenntniss (*διανοια*). Dieser Unterschied zwischen scheinbarer und wirklicher Bewegung der Wandelsterne gilt ebensowohl für das ptolemäische wie für das kopernikanische Weltsystem, und der Schein des Umherirrens, von dem hier Platon redet, entsteht nicht aus der Zu-

sammensetzung der eigenen Bewegung der Planeten mit der jährlichen Bewegung der Erde, sondern aus der Zusammensetzung der Planetenbewegung mit der täglichen Umdrehung der Himmelskugel. Es wird daher, wie mich dünkt, der Glaube an die Originalität der Erfindung des heliocentrischen Systems durch Kopernikus auch von dieser Seite her nicht erschüttert werden können.

Es war nicht bloss ein astronomisches, es war eben so sehr ein philosophisches und culturgeschichtliches Interesse, welches mich an die Arbeit fesselte, die ich hier dem Publikum übergebe. Das Zeitalter von Kopernikus, Keppler und Galilei ist epochemachend nicht nur in der Cultur eines Volkes, sondern in der Cultur der gesammten Menschheit. Damals wurde zuerst ein ganz neuer Keim der Bildung gepflanzt, der seitdem zu einem mächtigen Baum der Erkenntniss erwachsen ist. Man könnte diese Epoche bezeichnen als die der Emancipation der Wissenschaft von dem Glauben. Bis dahin hatte der Glaube die Wissenschaft so völlig beherrscht, dass er selbst dem Weltbau seine Gestalt vorschrieb und das nicht bloss in den dichterischen Visionen eines Dante, sondern auch in den wissenschaftlichen Speculationen eines Thomas von Aquino und Albertus Magnus. Jetzt trat mit einem Male jener gewaltige Umschwung der philosophischen Denkungsart ein und der Anstoss hierzu ging aus von den so eben genannten Männern. Es giebt wohl Manche unter uns, die da meinen, dem Philosophen sey die Bekanntschaft mit den mathematischen und inductiven Naturwissenschaften entbehrlich und nur eine individuelle Liebhaberei, nicht aber sein Beruf könne ihn zu jenen Wissenschaften füh

ren. Wir müssen diese Meinung für einen eben so grossen wie gefährlichen Irrthum erklären. Die Naturphilosophie, sonst der Tummelplatz kosmologischer Phantasieen, hat durch Newton eine für alle Zeiten feststehende mathematische Gestalt erhalten, und diejenigen Philosophen, deren Lehren über die Natur der Dinge der mathematischen Physik widerstreiten, können nur das Ansehen ihrer eigenen Wissenschaft schmälern. Andere besorgen von den Fortschritten der Naturwissenschaften Gefahr für die Gebote der Tugend, die Ideen des Glaubens und die Hoffnungen der Religion. Wenn eine solche Gefahr in der That vorhanden wäre, so würde man ihr dadurch sicher nicht entgehen, dass man sie ignorirt. Aber es ist unnöthig zu befürchten, dass es um die heiligsten Interessen der Menschheit so schwach bestellt sey. Es wird des Glaubens bleiben, was des Glaubens ist, und der Wissenschaft zufallen, was ihr gehört. So wenig der Glaube selbst jemals zur Wissenschaft werden wird, so wenig wird die Wissenschaft den Glauben verdrängen können. Ich habe bereits bei Gelegenheit der Darstellung der philosophischen Lehren Kant's und Fries' im zweiten Bande meiner Epochen der Geschichte der Menschheit ausführlicher über dieses Verhältniss der Naturwissenschaft zu unsern religiösen Ueberzeugungen gesprochen und die überlegene Macht bezeichnet, welche der Philosophie in jener kantischen Lehre des transcendentalen Idealismus zu Gebote steht, um die Mysterien des Glaubens gegen alle Anmassungen der Wissenschaft sowie gegen alle Angriffe des Atheismus und Materialismus zu schützen, und ich gedenke vielleicht in Kurzem dieses auf eine noch evidentere Weise darzuthun. Hier war es nicht dieser, sondern ein anderer Punkt, den ich im Auge hatte. Mit der

Umgestaltung der Weltansicht und der Gründung der inductiven Wissenschaften fällt gleichzeitig zusammen das grosse Werk der Reformation. Beide haben nicht bloss als das Werk Einer Nation, sondern auch der innern Natur der Sache nach etwas Gemeinsames. Dort war es die Naturphilosophie, die sich eine neue Bahn brach, und hier stand, wenn auch noch so verdeckt, hinter der bald dogmatisch erstarrenden Doctrin der neuen Kirche die Religionsphilosophie als ursprünglich bewegende Macht und als Erneuerin des urchristlichen Glaubens. Es war eine ursprünglich philosophische Glaubensidee, welche den lebendigen Mittelpunkt von Luther's religiöser Ueberzeugung bildete. Es war Melanchthon's philosophische Bildung und dialektische Gewandheit, die jene Glaubensidee in einem zusammenhängenden dogmatischen System entwickelte. Es war endlich der Geist der pythagoreischen und platonischen Philosophie, welcher in Kopernikus wie in Keppler das grosse Neue schuf. Diesem philosophischen Ursprung der leitenden Ideen habe ich nachzuforschen gesucht in der Revolution der Naturwissenschaften, wie in der Reform der Kirche.

Dem philosophischen Gesichtspunkte der Betrachtung meiner Aufgabe liegt der andere, der nationalculturgeschichtliche ziemlich nahe. In jener früheren, durch den dreissigjährigen Krieg fast vernichteten Culturperiode unseres Volkes herrschte noch nicht die grosse Theilung der Arbeit weder in den Gewerben noch in den Wissenschaften wie heut zu Tage. Sternkunde und Sterndeutung standen damals noch in einem sehr engen Zusammenhang mit dem Leben und der Cultur des Volkes und in naher Beziehung zu den grossen jene Zeit bewe-

genden Ideen und Ereignissen. Sie gehörten zu dem innersten Seyn und Leben eines Melanchthon's ebensowohl wie eines Herzogs von Friedland. Männer wie Peurbach, Regiomontanus, Schoner und andere lassen sich nicht einmal aus dem beschränkten Standpunkte der Geschichte der Astronomie, sondern nur aus dem allgemeinern der deutschen Culturgeschichte gebührend würdigen. Aus diesem Grunde glaubte ich gleichsam als perspectivischen Hintergrund meines Gemäldes die nationalen Zustände jenes Zeitalters andeuten zu müssen.

Deutschland, das schon längst die Weltcultur in sich aufgenommen hatte, die im römischen Reiche concentrirt war, wurde gleich nach Italien in den Strudel jener grossen geistigen Bewegung hineingezogen, die unter dem Namen der Wiedererweckung der Wissenschaften eine der denkwürdigsten Epochen unserer Geschichte bezeichnet. Dort nahm diese Bewegung einen künstlerischen und ästhetischen, hier dagegen einen religiösen und nationalen Charakter an. In der Periode der Blüthe der Kunst in Italien, in dem Zeitalter Rafael's, Michel Angelo's, Titian's und Correggio's, brach in Deutschland das Zeitalter der Reformation an. Fast gleichzeitig fallen die grossen Seeunternehmungen der Spanier und Portugiesen. Columbus öffnet die Pforten der Meereswelt und Vasco de Gama findet den Seeweg nach Ostindien. Wie mit Zaubermacht ergreift es mit einem Male die romanischen und germanischen Völkerstämme; ein gewaltiger Drang, ein idealer Aufschwung reisst sie fort. Vermöge ihrer nationalen Eigenthümlichkeit gehen die Deutschen alsbald ihre eigene Bahn. Es war nicht die Phantasie, deren Flug nach Oben in dem Italiener neue Ideale der

Kunst erschuf, deren Zug in die Ferne den kastilianischen Ritter zu kühnen Abenteuern über das Weltmeer trieb, es war etwas ganz Anderes, was die germanischen Stämme belebte und bewegte: der erwachende Verstand, der mit jugendlicher Kraft nach Wahrheit strebte und durch dieses Streben endlich die ganze Nation in Bewegung brachte. Schon lange vor dem Ausbruch dieser gewaltigen Bewegung gewahren wir sein stilles geschäftiges Wirken. Die grossen Begebenheiten der Folgezeit haben es übersehen lassen, dass des Regiomontanus Ansiedelung in Nürnberg ein vaterländisches, um nicht zu sagen, ein welthistorisches Ereigniss war. Wir sehen hier zuerst das bürgerliche Leben mit seinem Kunstfleiss jenen merkwürdigen Bund mit Mathematik und Naturwissenschaften schliessen, der bis auf unsere Zeiten herab immer neue Segnungen der Civilisation geschaffen und die Macht der Völker unglaublich vermehrt hat. Jene Wissenschaften haben in ihrer Anwendung auf die Geschäfte des Lebens das Geheimniss enthüllt, wie die Cultur der Ideen weit mehr noch als die Cultur des Bodens den materiellen Wohlstand erhöhen könne. Die Lösung des schwierigen Problems der Meereslänge, worauf die Sicherheit des überseeischen Verkehrs beruht, die Erfindung der Dampfmaschinen und ihre Anwendung auf Schifffahrt, Eisenbahnen, Bergbau und Industrie, die elektrischen Telegraphen und die Einwirkung der Chemie auf die Fortschritte des Ackerbaus und der Gewerbe können dies bezeugen. An der Cultur der Ideen, durch die all diese Dinge entstanden sind, hat Deutschland den ruhmvollsten Antheil, ja es hat zuerst die Bahn dazu gebrochen. Aber bald darauf verlor es sein politisches Uebergewicht in Europa sowie seinen Antheil am Welthandel und es blieben ihm seitdem die

Handelswege nach dem Orient gesperrt. Die Früchte jener Cultur hat vorzugsweise England geerndtet, das, durch seine insulare Lage vor den politischen Erschütterungen des Continents gesichert, die Zeit benutzte, während welcher in immer wiederkehrenden Kriegen die Kräfte der Continentalmächte paralysirt oder verzehrt wurden, seine Industrie zu der angestaunten Höhe zu entwickeln und sich zum Herrn des Meeres, dem Beherrscher des Welthandels und dem Besitzer von Indien zu machen, jenes Landes, das schon seit unvordenklichen Zeiten das unerschöpfliche Füllhorn seiner Naturgaben über die Welt ausschüttet und dafür das Gold und Silber der Völker verschlingt. Die beiden äussersten Enden der Erde in Osten und Westen, bis wohin einst phönizische Schiffe drangen, sind jetzt Einem Scepter unterthan, schon sind die beiden colossalen, von der Natur gebildeten Welthäfen des atlantischen und des indischen Oceans, das Mittelmeer und der arabische Meerbusen, durch den Besitz von Gibraltar, Malta und Aden in den Händen der Britten, und es unterbricht die kürzeste und natürlichste Linie der Verbindung Englands und Indiens nur noch die schmale Landenge von Suez, zu deren beiden Seiten Tyrus und Alexandria liegen, die jetzt verfallenen Sitze des früheren phönizischen und späteren ägyptischen Welthandels. Eine neue grosse Zukunft bricht an, eine zweite Vermählung des Abendlandes mit dem Morgenlande bereitet sich vor, langsamer vielleicht, aber dauernder und fester als die, welche zuerst der makedonische Held Alexander stiftete. Und Alles dieses wäre nicht ohne die wissenschaftliche Basis, auf welcher die Macht und die Civilisation der westeuropäischen Völker ruht. Das stolze England weiss, was es der Wissenschaft verdankt, es ehrte seinen Newton gleich einem

Fürsten, aber die Geschichte Keppler's erinnert uns daran, dass Deutschland mehr als einmal die Männer in Noth und Elend darben liess, denen es seinen Ruhm und seine Bildung verdankt.

Jena, im Juli 1852.

Erster Theil.

Die Geschichte der Sternkunde

von Nicolaus von Cusa bis auf Keppler

in ihrem Zusammenhange

mit dem Leben und der Cultur der deutschen Nation.

England und Frankreich haben das Glück genossen, ihre wissenschaftlichen, sittlichen und politischen Culturzustände ohne Unterbrechung entwickeln zu können, aber in Deutschland trennt ein Zeitalter der Barbarei und Unwissenheit zwei Zeitalter hoher Cultur. Im Zeitalter der Reformation waren die classischen Studien weit hin über Italien und Deutschland verbreitet. Diese Studien brachten auch die Kenntniss der Mathematik und Sternkunde mit in die Abendländer. Besondere Umstände weckten und unterhielten hier den Sinn für diese Wissenschaften und bald waren sie es, in denen der germanische Geist seine intellektuelle Selbstständigkeit zu erkennen gab. In noch nicht ganz zwei Jahrhunderten stieg die Astronomie höher, als in den 13 Jahrhunderten seit Ptolemäus geschehen war. Peurbach, Regiomontanus, Bernhard Walther, Johann Werner, Schoner, Peter Apianus, Reiner der Friese, Kopernicus, Joachim der Graubündner (Rheticus), Erasmus Reinhold, Landgraf Wilhelm, Rothmann, Byrg, Mästlin und der Däne Tycho de Brahe, der in Deutschland ein zweites Vaterland fand, überlieferten die Astronomie dem Deutschen: Keppler. Die raschen Fortschritte, welche die Sternkunde bis dahin gemacht hat, verdankt sie deutschem Geist und deutschem Fleiss. Aber von da an standen die Wissenschaften in Deutschland still, bis nach dem Hubertsburger Frieden durch französische und englische Einwir-

kung die Nation aus ihrem Schlummer erwachte und neue Träger und Fortbildner der Wissenschaft aus ihrem Schoosse gebar.

Man kann sich gegenwärtig nur schwer einen Begriff von dem Zustande der Bildung im Mittelalter machen. Was bei uns die Knaben ohne Mühe in der Schule lernen, das machte damals den hervorragendsten Geistern des Zeitalters die grössten Schwierigkeiten. Der berühmte Beda hielt die vier Spezies der Rechenkunst für Dinge, die beinahe die Kräfte des menschlichen Geistes überstiegen. Der gelehrte Gerbert gerieth schon bei den allerersten Anfangsgründen der Geometrie in unauflösliche Schwierigkeiten. Der Erzbischof Laud stellte unsern Planeten unter der Gestalt eines Herzens vor. Diese tiefe Nacht der Unwissenheit wurde plötzlich zerstreut durch die Flucht der Musen von Konstantinopel an die Küsten Kalabriens. Von da aus ging das Licht, das im 15. Jahrhundert mit einem Male Italien und Deutschland erhellte. Aber wie verschieden war die Wirkung dieses Lichtes auf die Geister diesseits und jenseits der Alpen! Was dort die leichten Schwingen der Phantasie beflügelte, das setzte hier die ernsteren, aber schwerfälligeren Kräfte des Verstandes in Regsamkeit.

Dante, Petrarka und Boccaccio, die ersten Vorboten der in den Abendländern aufdämmernden Bildung, waren der allgemeinen Wiedergeburt der Wissenschaften vorangegangen. Schon hatte die Sprache und Literatur der Italiener ein eigenes selbstständiges Leben erlangt, schon war das goldene Zeitalter der Mediceer angebrochen und die platonische Akademie zu Florenz durch Cosmo und Lorenzo von Medici gegründet, als die über die Alpen wandernden Musen auch in Deutschland ihren Sitz aufschlugen.

Durch die stete Berührung mit Italien, durch die angestrengten Bemühungen des Aeneas Sylvius, nachherigen Papstes Pius II., und Gregor von Heimburg waren die classischen Studien sehr bald in allen Gauen unsers Vaterlandes einheimisch geworden und es genügt, hier statt vieler Namen nur Agricola, Conrad Celtes, Reuchlin, Erasmus und Ulrich von Hutten zu nennen.

Aeneas Sylvius giebt uns in seiner Schrift über „die Sitten der Deutschen“ ein Bild von den Zuständen unsers Vaterlandes in jenem Zeitalter. Der beredte Italiener führt daselbst aus, wie ausgedehnt und volkreich, wie reich, wie religiös, wie wahrheitsliebend und worthaltend, wie gerecht, wie edel und tapfer, wie kriegerisch die deutsche Nation sey, wie gross die Herrlichkeit ihrer Kirchen, der Ruhm ihres Clerus, die Pracht ihrer Fürsten, die Schönheit ihrer Städte, welch schöner Himmel, welch eine Fruchtbarkeit der Erde da sey. Er rühmt vor allen die bürgerliche Freiheit sowie den Rechtsschutz, den die Bewohner der deutschen Gauen genössen. „Die deutschen freien Reichsstädte,“ sagt er, „die nur unter dem Kaiser stehen, verspüren nicht das Mindeste von einem Joche, geniessen vielmehr einer wahren und wirklichen Freiheit im Gegensatze zu jener illusorischen Freiheit italienischer Freistädte, als z. B. Venedigs und Florenz', wo der Bürger keineswegs so glücklich ist, über das Seinige frei zu schalten und zu reden, wohl aber gut genug zu empfindlichen Gelderpressungen, womit man ihm keine Ruhe lässt. Das ist ganz anders bei den Deutschen. Da hat Alles ein heitres, vergnügliches Aussehen, Niemand wird seiner Habe beraubt; Jeder ist sicher in seinem Erbe; nur dem Schuldigen steigt die Obrigkeit zu Leibe. Auch kennt man in Deutschland nicht jene heillose Parteiwuth, das grausame

Erbübel der italienischen Städte. Ueber hundert Städte geniessen in Deutschland einer so beglückenden Freiheit; viele liegen am Rhein und an der Donau, wozu sich die Seestädte gesellen. Unvergleichlich ist bei Fürsten und in Städten die Gewandtheit in den Waffen, unvergleichlich die Zucht und Ordnung im Gemeinwesen! Die deutschen Knaben lernen fast eher das Reiten als das Sprechen; in gestrecktem Laufe der Rosse sitzen sie unbewegt fest in den Sätteln; erstaunlich ist ihre Abhärtung gegen Hitze und Kälte, spottend jeglicher Strapaze. Kein Schwabe oder Franke reitet unbewaffnet über Feld; die Waffen bewegen sie mit eben der Leichtigkeit wie ihre Glieder. Jeder deutsche Krieger, der gemeinste wie der edle, hat in seinem Hause eine Waffenkammer; bei jedem unvorhergesehenen Angriffe steht er plötzlich in voller Rüstung schlagfertig da. Unglaublich ist die Gewandtheit der Deutschen im Regieren und Tummeln der Rosse, im Pfeilschiessen, im Handhaben der Lanze, des Schildes und des Schwerdtes und im Behandeln der grössern Kriegswerkzeuge. Aber nicht bloss durch materielle Kraft ist Deutschland gross und mächtig, auch in wissenschaftlicher und religiöser Bildung hat es die herrlichsten Fortschritte gemacht. In dem neugeborenen Germanien erblickt man keine Spur mehr von jenem alten heidnischen Germanien mit seinem Dämonendienste und seiner Raubgier; das neue Deutschland betet mit der römischen Kirche den Einen wahren Gott an. Die Rechtspflege ist gründlich und exact und schützt vor Gewaltthat; überall findet man Männer von der solidesten Gelehrsamkeit im bürgerlichen und päpstlichen Rechte; überall sind bei den Deutschen die schönen Künste und die Wissenschaften an weithin berühmten Musensitzen, wie zu Cöln, Heidelberg, Prag, Er-

furt, Leipzig, Wien, Rostock, im schönsten Aufblühen begriffen.“

So schildert die deutschen Zustände ein Mann, der dieselben aus vieljähriger und vielseitiger Anschauung kennen konnte, der unter den Erweckern und Beförderern classischer Studien in unserm Vaterlande selbst den ersten und vornehmsten Rang einnimmt und der nach einer langen Laufbahn als Staatsmann und als gewandter und schlauer Unterhändler in Kirchen- und Staatssachen am Abend seines thatenreichen Lebens selbst den päpstlichen Stuhl bestieg, dessen hierarchisches Ansehen er in jüngern Jahren durch Wort und Schrift zu schmälern gesucht hatte.

Deutschland erhielt die Künste und Wissenschaften von Italien. Dort sammelten die Mediceer und der Papst Nicolaus V. die zerstreuten Schätze des Alterthums in Bibliotheken. Dort waren durch Dante, Petrarka und Boccaccio philosophische Ideen des Alterthums, in das anmuthige Gewand der Dichtung gehüllt, bereits ausgestreut und der Muttersprache einverleibt worden. Die italienischen Universitäten wurden von Deutschen besucht, wie noch heutigen Tages die Ungarn ihre höhere Ausbildung in den Wissenschaften auf Deutschlands Hochschulen suchen. Auf einer dieser Universitäten, zu Padua, machte damals ein Jüngling aus Deutschland seine Studien, der, zum Mannesalter gereift, sich zuerst zu selbstständigen wissenschaftlichen Ansichten in der Philosophie und Astronomie erhob. Dieser Jüngling war Nicolaus von Cusa, der später als Cardinal und päpstlicher Legat eine gewichtige Rolle in den grossen Geschicken der römischen Kirche und des deutschen Vaterlandes spielte.

Nicolaus von Cusa war 1401 zu Cues, einem Flecken an der Mosel, unterhalb Trier, geboren. Sein Vater, Jo-

hannes Chrypffs, nach späterer Aussprache Krebs, war ein Fischer oder Schiffer. Der rauhen Behandlung seines nicht unbemittelten Vaters entzog er sich frühzeitig durch die Flucht in die Eifel. Dort fand er eine wohlwollende Aufnahme in dem Hause des Grafen von Manderscheid. Der Graf, der die Fähigkeiten des Knaben bald erkannte, übergab ihn den Fraterherren von Deventer zur Erziehung. In dem Chorhause zu Deventer empfing sein Gemüth jene mystische Richtung, die er später in die philosophische Speculation übertrug. Zu einer wissenschaftlichen Laufbahn vorbereitet, wählte er die Rechtsgelehrsamkeit zu seinem Beruf und wurde nach beendigtem Studium derselben zu Padua Doctor beider Rechte in einem Alter von 23 Jahren. Die speculative Richtung seines Geistes und ein Formfehler in der Praxis, den er bei seinem ersten Auftreten als Anwalt zu Mainz beging, bestimmten ihn, die Jurisprudenz mit der Theologie zu vertauschen. Schon im Jahre 1430 beginnt er seine geistliche Laufbahn als Dechant des Collegiatstifts zu St. Florin in Coblenz. Rasch stieg er zu höheren geistlichen Würden empor. Wir finden ihn seit 1432 neben Aeneas Sylvius auf dem Schauplatze der grossen kirchlich-politischen Bewegungen, anfangs auf der Seite des Basler Concils, aber sehr bald trat er auf die Seite des Papstes über, dessen Primat er von da an bis an das Ende seines Lebens mit Eifer und Hartnäckigkeit verfocht. Er starb am 11. August 1464, drei Tage vor dem Tode seines Freundes Papst Pius II. Als Bischof von Brixen und als Cardinallegat in deutschen Landen gehörte er vorzugsweise der deutschen Kirche an. Aus Anhänglichkeit an seine Heimath gründete er im frommen Sinne jener Zeit das Hospital zu Cues, dem er seine kostbare Bibliothek vermachte, mit der Bestimmung, dass

dieselbe für immer dort verbleibe. Düx, Regens des bischöflichen Clericalseminars zu Würzburg, hat neuerdings in seiner umfangreichen Schrift: „Der deutsche Cardinal Nicolaus von Cusa und die Kirche seiner Zeit," das vielseitige und umfassende Wirken dieses hervorragenden Mannes jenes Zeitalters geschildert. Wer das kennen lernen will, was Cusa als Staatsmann und als kirchlicher Reformator geleistet hat, findet reichliche Belehrung in dieser Schrift. Ich werde mich hier darauf beschränken, Einiges beizubringen, was vielleicht geeignet ist, seine bis jetzt wenig bekannten und nur halb verstandenen astronomischen Ansichten in ein helleres Licht zu setzen. Zuvor aber muss ich noch eines anderen Mannes gedenken, der, in Deutschland kaum mehr als dem Namen nach bekannt, den Cardinal zuerst mit den Geheimnissen der Sternkunde bekannt gemacht hat.

Düx erzählt, dass Cusa zu Padua durch einen gewissen Paulus, später Physikus in Florenz, in die mathematischen Wissenschaften eingeweiht worden sei. Er fügt hinzu, dass die gemeinsame Wissenschaft ein Band inniger Freundschaft um beide Männer schlang, das weder Zeit noch Entfernung löste, und dass Cusa seine Verehrung für seinen Lehrer dadurch bezeugte, dass er ihm die Erstlinge seiner mathematischen Arbeiten zur Prüfung vorlegte *). Der gelehrte Biograph des Cardinals scheint keine Ahnung gehabt zu haben, wer dieser Paulus wohl sein könnte. Es ist derselbe Niemand anders, als Paul Toscanelli. Toscanelli war einer der berühmtesten Astronomen und Physiker seines Zeitalters und man nannte ihn in Italien häufig Paul den Physiker *(Paulus Physicus)*. Regiomontanus, der ihm seine Widerlegung der von

*) Düx, Der deutsche Card. Nicolaus von Cusa. Erster Bd. S. 105.

Cusa angegebenen Quadratur des Kreises widmete, nennt ihn ***Paulus Florentinus*** und sagt von ihm in dem Verzeichniss seiner zu edirenden Bücher: ***Graecorum quidem haud ignarus: in Mathematicis autem plurimum excellens.*** In dem Leben des Columbus nennt ihn Ferdinand Columbus: ***Maestro Paulo fisico del Maestro Domingo florentin.*** Diese fast hellenische oder arabische Art und Weise, die Verwandtschaft zu bezeichnen, war damals allgemein gebräuchlich. Paolo war der Sohn des Domenico, und in dem 1428 abgefassten Testament des Nicolo Nicoli findet man ebenfalls unter den Conservatoren der berühmten Bibliothek des Klosters ***degli Angeli de Monaci Camaldolesi*** aufgeführt: ***Magister Paulus Magistri Domenici medicus****). Einer ähnlichen Bezeichnungsweise bedient sich auch Cusa. Seine Schrift ***De transmutationibus geometricis*** ist gerichtet ***ad Paulum, Magistri Dominici (sc. filium) Physicum, Florentinum.*** Es ist gewiss ein merkwürdiger Umstand, den Mann, der in der Geschichte der Entdeckung von Amerika eine so einflussreiche Rolle gespielt hat, an der Spitze der Restauratoren der Sternkunde wieder zu finden.

Angelis hat gestützt auf die Untersuchungen des gelehrten Jesuiten Leonardo Ximenes (Leonardo Ximenes, Del vecchio e nuovo gnomone fiorentino, Florenz 1757, in 4) „einen ausgezeichneten Artikel" über Toscanelli in den 46. Band der Biographie universelle geliefert. Da der Inhalt desselben nur wenig bekannt sein dürfte, so theile ich hier das Wesentliche daraus mit.

Paul del Pozzo Toscanelli oder Paul der Physi-

*) Alex. v. Humboldt, Kritische Untersuchungen über die historische Entwickelung der geographischen Kenntnisse von der Neuen Welt. Bd. 1. S. 189. Anm. Leonardo Ximenes, Del vecchio e nuovo gnomone fiorentino, 1757, p. LXXIV.



ker, Astronom, geboren zu Florenz im Jahre 1397, wohnte eines Tages einem Abendessen unter Freunden bei, wo er Brunelleschi mit wissenschaftlichem Geist über Geometrie sprechen hörte. Angezogen von diesem Gespräch bat er ihn, ihn unter die Zahl seiner Schüler aufzunehmen, und er widmete sich von da an mit Eifer dem Studium der Mathematik. Er wandte dieselbe bald auf die Astronomie an und betrieb gleichzeitig die gelehrten Sprachen. So seltene Kenntnisse bei einem jungen Manne von 30 Jahren verschafften ihm 1428 die Ehre, unter die Conservatoren der Bibliothek gewählt zu werden, welche Nicolas Niccoli unter den Schutz der ausgezeichnetsten Bürger von Florenz gestellt hatte. Die Lectüre der Reisen des Marco Polo hatte die Einbildungskraft des Toscanelli erregt, welcher die Erzählungen dieses Reisenden mit den Nachrichten verglich, die er einzuziehen bemüht war, indem er die chinesischen und tatarischen Kaufleute befragte, die in Toscana zusammenkamen, das damals der Hauptstapelplatz des Verkehrs zwischen Italien und dem Morgenlande war. Er hatte unter andern eine Besprechung mit Nicolas de Conti, welcher nach einer Abwesenheit von 25 Jahren aus Indien zurückgekehrt war, um den Papst Eugen IV. für seine Abtrünnigkeit um Verzeihung anzuflehen. Fortwährend träumend von seinem Lieblingsproject einer leichtern Verbindung zwischen Europa und Asien, fasste Toscanelli den Plan einer Schifffahrt nach Westen. Der Hindernisse, welche sich der Ausführung dieses gefahrvollen Unternehmens entgegenstellten, waren ohne Zahl. Die Seeleute wagten noch nicht, sich dem Ozean anzuvertrauen, trotz der Erfindung der Boussole und des Astrolabiums. Die erfahrensten Steuermänner hielten sich ängstlich an die Küsten des atlantischen Weltmeeres; sie

beschränkten sich darauf, die Mondgestalten zu beobachten, um die Ebbe und Fluth zu berechnen, oder am Tage Sonnenhöhen zu nehmen und sich des Nachts nach den Bären zu richten. Es war noch Nichts vorbereitet, um Schiffe durch unbekannte Gewässer zu führen, als Columbus mit Toscanelli in Briefwechsel trat, zur Entdeckung der Neuen Welt. Ein Canonicus aus Lissabon, Namens Ferdinand Martinez, hatte bei seiner Rückkehr von einer Reise nach Italien dem König von den Verdiensten und Plänen des Toscanelli erzählt. Diese Erzählung machte einen so tiefen Eindruck auf den Geist des Monarchen, dass er befahl, den florentinischen Astronomen über die Entdeckungen der Portugiesen zu befragen, sowie über den neuen Weg, den er für die Fahrt nach Indien in Vorschlag hätte. Toscanelli, dessen Ideen schon auf diesen Punkt gerichtet waren, begleitete seine Antwort mit einer hydrographischen Charte, auf welcher eine Linie von Lissabon, der äussersten Westgränze Europas bis Quisai (Han cheou) auf der gegenüberliegenden Küste von Asien gezogen war. Diese Linie theilte er in 26 Zwischenräume, jeden zu 250 Meilen (milles), so dass die volle Entfernung beider Städte von einander 6500 solcher Meilen betrug, das ist nach Toscanelli ohngefähr der dritte Theil der Erdkugel oder 120°. Wenn dieser Calcul richtig gewesen wäre, so würden die Vortheile der westlichen Schifffahrt über die alte Route unbestreitbar gewesen seyn. Aber Toscanelli, erfüllt mit dem, was er beim Marco Polo gelesen hatte, nahm die Träume dieses Reisenden von der übermässigen Verlängerung Asiens gegen Osten an, und indem er sein geographisches System auf falsche Angaben gründete, rechnete er da nur 120°, wo es in der That 230° sind. Ueberdiess hatte er dem amerikanischen Con-

tinente keine Rechnung getragen, dessen Existenz er nicht ahnete und der sich als eine unübersteigbare Barriere der directen Reise von Europa nach Cathay entgegenstellt. Dieser Irrthum hätte für Columbus leicht gefährlich werden können, welchem Toscanelli seinen Plan durch einen Brief vom 25. Juni 1474 mitgetheilt hatte, der nichts Anderes als eine Abschrift (duplicata) des an Martinez gesandten Schreibens enthielt. Columbus war so eingenommen von den Ideen des Toscanelli, dass er glaubte, in Cathay gelandet zu seyn, als er auf der Insel Cuba ans Land stieg. Wie hoch oder wie gering man aber auch den Einfluss des florentiner Astronomen auf die Entdeckungen des genuesischen Seefahrers anschlagen mag, so ist man doch jedenfalls genöthigt, die Dienste anzuerkennen, die Toscanelli der Astronomie geleistet hat. Er errichtete 1468 den berühmten Gnomon in dem von Brunelleschi erbauten Dom der Metropole zu Florenz*) und gebrauchte denselben zur Bestimmung der Sonnenwendepunkte, der Veränderung der Ekliptik und zu Beobachtungen, deren Zweck die Verbesserung der Alphonsinischen Tafeln war, deren sich die Astronomen damals bedienten, trotz der Ungenauigkeit, mit der sie die Bewegung der Sonne und die Länge des tropischen Jahres darstellen. Toscanelli in beständigem Verkehr mit dem Himmel war dennoch frei von den Vorurtheilen der Astrologie. Er pflegte denen, mit welchen er darüber sprach, zu sagen, dass er selbst ein Beweis von der Ungiltigkeit ihrer Vorhersagungen sey; denn er habe ein hohes Alter erreicht im Widerspruch mit der Constellation, die sein Horoskop bilde und die keineswegs seinem Lebensalter günstig gewesen sey. Ohnerachtet seines lan-

*) Dieser Gnomon, der 1510 zum letzten Male benutzt worden war, wurde durch den Abt Ximenes und de la Condamine wieder hergestellt.

gen Lebens hatte er doch nicht die Genugthuung, die grossen Entdeckungen des Christoph Columbus zu erleben. Er starb zu Florenz den 15. Mai 1482, zehn Jahre vor der Entdeckung Amerikas und sechs Jahre nach dem Tode des Regiomontanus.

Wir müssen Toscanelli als den ersten beobachtenden Astronomen und seinen Gnomon in dem Dom zu Florenz als die erste Sternwarte in Europa betrachten. Wir können vielleicht jetzt lächeln, wenn wir diese dürftige Vorrichtung mit den Sternwarten von Greenwich, Berlin und Pulkowa, oder die rohen und kaum mehr als der Sage nach bekannten Beobachtungen des Florentiners mit den regelmässigen und nach einem tiefdurchdachten System geleiteten Observationen jener grossartigen Institute vergleichen; aber wenn man bedenkt, dass die Sternwarte von Florenz ihren Ruhm einer Zeit verdankt, wo die Arbeiten von Flamstead und Newton, von Tycho de Brahe und Keppler, ja selbst die von Peurbach und Regiomontan noch im Schoosse der Zukunft lagen, so muss man sie als ein ehrwürdiges Denkmal der Geschichte der Astronomie betrachten.

Der Kreis von Ideen, mit denen sich Toscanelli beschäftigte, charakterisirt zugleich den Zustand der Wissenschaften zu einer Zeit, wo die geographischen und astronomischen Probleme noch zu einer einzigen Wissenschaft unter dem Namen der Kosmographie vereinigt waren. Wenn Toscanelli's praktischer Sinn auch den Problemen dieser Wissenschaft eine praktische und reelle Seite abzugewinnen wusste, so bewegte sich dagegen der vorzugsweise auf das Speculative gerichtete Geist seines Schülers und Jugendfreundes fast nur auf dem Gebiete kosmographischer Phantasieen.

Man würde sich sehr täuschen, wenn man bei dem deutschen Cardinal jene mathematische Klarheit erwartete, welche man heutigen Tages in den Naturwissenschaften findet. Seine Naturphilosophie, weit davon entfernt, einen Schlüssel zu den Naturgeheimnissen darzubieten, wie es die des Newton in der That gethan hat, ist vielmehr geneigt, den Weltbau und die Naturumwandelungen als etwas Geheimnissvolles und Unerklärliches zu betrachten.

Schlosser ist nicht hinreichend unterrichtet, wenn er behauptet *), „Cusa habe durch seine Verbesserung der Alphonsinischen Tafeln Keppler und Tycho de Brahe den Weg gebahnt und der Astronomie wesentlich genützt.“ Er kannte allerdings die Fehlerhaftigkeit jener Tafeln ebenso wie vor ihm schon Toscanelli, aber was er für die Verbesserung derselben gethan hat, ist ohne wissenschaftlichen Werth. Auch ist es möglich, dass er hierbei nur dem Toscanelli gefolgt ist. Seine Bedeutsamkeit für die Culturgeschichte liegt darin, dass er als ein Herold der bei den Italienern herrschenden Bildung in Deutschland auftrat. In Italien war er mit dem echten Aristoteles bekannt geworden, zu einer Zeit, wo man in Deutschland noch bloss den arabisch-lateinischen kannte. Dort hatte er die Anschauung der Lebensverhältnisse und die Kenntnisse gewonnen, auf denen seine in dem damaligen Zeitalter so hervorragende Bildung beruhte.

Cusa hatte sich eine eigene Philosophie gebildet, die in einem seltsamen Gemisch pythagoreischer und neoplatonischer Ideen mit christlicher Mystik besteht. Er hegte die trügerische Hoffnung, dass die Betrachtung des mathematisch Unendlichen Aufschlüsse gewähren könne über die

*) Weltgeschichte für das deutsche Volk. S. 432.

Geheimnisse der christlichen Glaubenslehre und besonders über das Geheimniss der göttlichen Dreieinigkeit. Dabei verwechselt er das mathematisch Unendliche durchgehends mit dem Absoluten. Nun ist das Absolute das Vollendete, das mathematisch Unendliche aber das Unvollendbare. In dieser einfachen Verwechselung zweier widersprechender Prinzipien liegt die ergiebige Quelle aller jener Widersprüche, mit denen er spielt.

Er geht aus von der Betrachtung des Grössten. Das Grösste aber ist ihm das, über das es nichts Grösseres geben kann. Es ist also in jeder Beziehung vollendet. Nun kommt aber die Vollendung der Einheit zu. Das Grösste fällt also mit der Einheit zusammen. Diese ist auch die Wesenheit. Dieses Grösste hat keinen Gegensatz. Denn da es das Absolute ist, so hat es keine Beziehung und kein Verhältniss zu irgend etwas Anderm: es ist als solches über jeden Gegensatz erhaben. Es ist daher auch zugleich das Kleinste. Dieses unbedingte Maximum nun ist die Gottheit. Diese absolute Einheit ist kein Gegenstand der Erkenntniss; denn die Zahl ist dasjenige, was jede Erkenntniss vermittelt, das Maximum aber erhebt sich über jede Zahl. Denn da es unendlich ist, so hat es kein angebbares Verhältniss zu dem Endlichen. Die Erkenntniss von der Unerreichbarkeit und Nichterkennbarkeit dieser Ideen ist die *docta ignorantia.* Es ist nur eine unvollkommene symbolische Erkenntniss von dem Maximum möglich. Die Mathematik giebt das Symbol dazu her.

Nach dieser platonisirenden Ansicht führt daher die Mathematik zu keiner physikalischen Erkenntniss der Natur, sondern zu einer symbolischen Erkenntniss des Absoluten. Denn zur Erkenntniss des Göttlichen, sagt er,

können wir uns nur durch Symbole erheben und dazu sind allein die mathematischen Vorstellungen wegen ihrer unzerstörbaren Gewissheit brauchbar. Wie sind nun aber die mathematischen Vorstellungen dazu zu gebrauchen? Da sich die ganze Mathematik auf die Betrachtung geometrischer Figuren gründet, diese aber begrenzt und endlich sind; so muss man zuerst die Eigenschaften und Verhältnisse solcher Figuren aufsuchen, dann diese Figuren in's Unendliche wachsen lassen, wodurch man die Eigenschaften und Verhältnisse unendlich grosser Figuren kennen lernt und zuletzt von der Figur gänzlich abstrahiren, um das Absolute schlechthin zu erhalten *). So beweist er, dass, wenn eine Linie unendlich sey, sie zugleich eine Gerade, ein Dreieck, ein Kreis und eine Kugel sey, oder dass die unendliche Kugel auch ein Dreieck, ein Kreis und eine gerade Linie sey u. s. f.

Ich gebe hier eine Probe dieser Beweisart. Je grösser der Halbmesser eines Kreises ist, desto flacher, d. i. desto geringer wird die Krümmung seines Umfangs. Die Peripherie des grössten Kreises, welche grösser als jede zu gebende ist, wird also gar keine Krümmung mehr haben, d. i. sie wird eine Gerade seyn. Bei der Linie, deren Länge unendlich ist, d. i. bei der grössten Linie giebt es also keinen Unterschied des Geraden und Krummen, vielmehr besteht ihre Krümmung gerade in ihrer Geradheit.

Dass eine unendlich grosse Linie ein Triangel sey, beweist er so. Da das Unendliche oder das Grösste nicht Mehreres, sondern nur Eins seyn kann, so kann ein unendlich grosser Triangel auch nicht aus mehreren, sondern nur aus einer Linie bestehen. Da er aber demohnerachtet

*) De docta ignorantia. Cap. XII.

nicht aufhört, ein Triangel zu seyn, d. i. drei Seiten zu haben, so ist jene eine unendliche Linie drei und diese drei sind doch nur eine einzige. Dasselbe gilt von den Winkeln. Das kann man sich so veranschaulichen. Wenn man den Winkel an der Spitze eines Dreiecks durch Drehung des einen Schenkels bis zu zwei Rechten wachsen lässt, so verschwinden die beiden andern Winkel und es bilden die zwei Seiten des Dreiecks eine einzige Gerade, die mit der Grundlinie zusammenfällt. Ist nun diese Grundlinie unendlich gross, so muss es auch jene seyn, da zwei Seiten des Dreiecks zusammen immer grösser als die dritte sind.

Dass dieses Dreieck zugleich ein Kreis sey, erhellt daraus, dass man sich das Dreieck durch Drehung einer Geraden um ihren festen Endpunkt entstanden vorstellen kann. Ist nun diese Gerade unendlich gross, so würde durch eine ganze Umdrehung derselben der grösste Kreis beschrieben, von dem das fragliche Dreieck ein Sektor ist. Da nun aber jeder Theil des Unendlichen selbst unendlich, und das Unendliche nur Eins ist, so kann dieser Sektor nicht kleiner seyn, als der ganze Kreis selbst, sondern muss mit diesem zusammenfallen.

So spielt er mit diesen Widersprüchen, indem er das als das absolut Grösste voraussetzt, was gerade ohne Ende immer grösser werden kann und daher niemals vollendet ist. Diese Widersprüche haben ihm aber eine Bedeutung für seine mystische Theologie. Denn sowie sich die grösste Linie zu den Linien verhält, so soll sich das Grösste überhaupt zu Allem verhalten. Daher ist ihm jenes unendlich grosse Dreieck, das nichts Anderes, als die grösste Gerade selbst ist, ein Symbol der göttlichen Dreieinigkeit.

Als das Prinzip aller Wirksamkeit im Weltall setzt er nach platonischer Ansicht die Weltseele voraus, welche

als *Forma universalis* alle Formen in sich enthalte und von der er meint, dass sie die Gottheit selbst sey, denn der göttliche Geist sey die Ursach aller Bewegung der Dinge. Er fügt, wohl in missverstandener Erinnerung an den astronomischen Mythus der platonischen Republik, hinzu*), die Alten hätten diese Weltseele als das Band zwischen der Form und Materie und als durch den Fixsternenhimmel, die Planetenräume und die irdischen Dinge ausgegossen betrachtet. Man habe diesen Weltgeist einmal Atropos *(quasi sine conversione)* genannt, weil man annahm, der Fixsternenhimmel werde durch eine einfache Bewegung von Morgen gegen Abend bewegt, dann Klotho, d. i. *conversio*, weil die Planeten durch Umwälzung *(per conversionem)* gegen den Fixsternenhimmel von Abend gegen Morgen bewegt werden, endlich Lachesis, d. i. Geschick *(sors)*, weil in den irdischen Dingen der Zufall walte. Die Planetenbewegung könne nämlich wie die Entwickelung *(evolutio)* der ersten Bewegung und die Bewegung des Zeitlichen und Irdischen wiederum als die Entwickelung der Planetenbewegung angesehen werden. In den irdischen Dingen liegen nämlich gewisse Ursachen von Ereignissen verborgen, wie die Saat in dem Samen. Daher habe man angenommen, durch eine solche Bewegung werde das, was in der Weltseele wie in einem Knäuel zusammengefaltet liegt, entfaltet und ausgedehnt. Denn wie der Künstler, der eine Statue in Stein hauen wolle, die Gestalt dieser Statue schon in sich trage, und durch die Bewegung gewisser Instrumente die wirkliche Statue nach dem Bilde seiner Einbildungskraft bilde, so trage die Weltseele die Bilder aller Dinge in sich und bringe sie durch die Himmelsbewegungen in der Materie zur Wirklichkeit.

*) De docta ignorantia Cap. X.

Dies führt er indessen nur als fremde Meinung an, aber aus den Prinzipien seiner mystischen Naturphilosophie folgert er gewisse Corollarien über die Bewegung, die mehr dialektisch als mathematisch sind und die sich einerseits auf die Annahme der Unendlichkeit des Weltalls, andererseits auf eine dunkle Ahnung der Relativität aller Bewegung gründen. Weil die Welt unendlich ist, so hat sie auch keinen Mittelpunkt und keinen Umkreis. Ihr Mittelpunkt und Umkreis ist Gott, der überall und nirgends ist. Da die Erde nicht das Weltcentrum ist, so kann sie auch nicht ohne alle Bewegung seyn. Ebenso wenig ist der Fixsternenhimmel der Umkreis der Welt, obschon, wenn wir die Erde mit dem Himmel vergleichen, jene dem Mittelpunkte und dieser dem Umkreise näher zu seyn scheint. Und da wir die Bewegung auf feste Punkte (Pole oder Centra) beziehen und von diesen aus messen müssen, solche Punkte aber nicht vorhanden sind, so dürfen wir uns nicht wundern, dass wir die Sterne nicht da wieder finden, wo sie nach den Regeln der Alten stehen sollten. Aus alle diesem erhellt, dass die Erde sich bewege*). Dass es weder einen Pol noch ein Centrum des Weltalls giebt, zeigt er so. Wenn sich Jemand an dem Nordpol der Erde und ein Anderer an dem Nordpol der Himmelskugel befände, so würde jenem der Pol und diesem der Mittelpunkt im Zenith erscheinen, und sowie die Antipoden den Himmel eben so wie wir über sich haben, so würde der, der sich in einem Pol der Himmelskugel befindet, die Erde in seinem Zenith sehen und so würde

*) De docta ignorantia Cap. XI: *Ex his quidem manifestum est, terram moveri* und Cap XII: *Jam nobis manifestum est, terram istam in veritate moveri: licet nobis hoc non appareat, cum non apprehendimus motum nisi per quandam comparationem ad fixum.*

Jeder, wo er sich auch befände, in dem Mittelpunkte zu seyn glauben. Man verbinde nun diese verschiedenen Vorstellungsarten der Einbildungskraft (*imaginationes*), dass der Mittelpunkt das Zenith sey und umgekehrt, und man wird durch den Verstand (für den allein die *docta ignorantia* von Bedeutung ist) sehen, dass man die Welt, ihre Bewegung und Figur nicht erfassen könne, weil sie erscheint wie ein Rad im Rade, eine Kugel in der Kugel, nirgendwo einen Mittelpunkt oder einen Umkreis zeigend*). Der Cardinal kämpft hier vergebens mit den Schwierigkeiten, die scheinbaren und perspectivischen Ansichten der sphärischen Astronomie von den reellen und stereometrischen Ansichten der theoretischen Astronomie zu sondern.

Man hat den Nicolaus von Cusa wegen der bestimmten Behauptung, dass die Erde in Wahrheit sich bewege, häufig für einen Vorgänger des Kopernicus gehalten. Montucla schreibt ihm sogar in seiner *Histoire des Math.* (T. I. p. III. I. II. p. 538) ohne allen Grund die Lehre von der Bewegung der Erde um die Sonne zu, und Düx scheint geneigt, das Urtheil des französischen Gelehrten für richtig zu halten. Allein ich werde hier zeigen, dass die Vorstellung, welche der Bischof von Brixen von der Bewegung der Erde hatte, wesentlich verschieden ist von der Lehre des Canonicus von Frauenburg.

Cusa gründet seine Behauptung der Bewegung der Erde weder auf Beobachtungen, noch auf mathematische Schlüsse, sondern einzig und allein auf dialektische Vor-

*) *Complica igitur istas diversas imaginationes, ut sit centrum Zenith et e converso: et tunc per intellectum (cui tantum docta servit ignorantia) vides mundum et ejus motum ac figuram attingi non posse, quoniam apparebit quasi rota in rota, sphaera in sphaera: nullibi habens centrum vel circumferentiam, ut praefertur.* l. c. Cap. XI.

aussetzungen. Die Bewegung der Erde ist ein Stück der *docta ignorantia*, etwas Unerkennbares, Unsichtbares, nur durch den Verstand Denkbares. Das Prinzip seiner mystischen Kosmologie und Theologie: „Gott ist der Mittelpunkt und Umkreis der Welt“ ist ein transcendenter Gedanke, der mit der mathematischen Anschauung der Raumwelt Nichts zu schaffen hat, es ist nichts Anderes, als der nothwendige Grundgedanke unseres Geistes: Gott ist der Urheber der Welt, auf eine unbeholfene Weise in ein mathematisches Sinnbild eingekleidet. Allein mit dieser mathematischen Symbolik verbindet der Cardinal doch bestimmtere Vorstellungen von der Bewegung der Himmelskörper. Er betrachtet die Bewegung der Körper nicht als etwas von Aussen Bewirktes, sondern als Etwas, was der Materie von Natur zukommt. Und aus diesem Grunde glaubt er auch dem Erdkörper eine Bewegung beilegen zu müssen. Dass er dabei nicht an die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne gedacht habe, kann man schon aus dem 28. Kapitel des Buches *De venatione sapientiae* ersehen, wo er sagt: Gott bestimmte einem Jeden seine Art, seinen Kreis und seinen Ort, er setzte die Erde in die Mitte und bestimmte, dass sie schwer sey und sich am Mittelpunkte der Welt bewege, damit sie stets in der Mitte bliebe und weder nach Oben noch nach der Seite abwiche *). Nach seiner Ansicht befindet sich also die Erde in der Mitte des Weltgebäudes und wenn er ihr eine Bewegung zuschrieb, so konnte dies nur eine Axendrehung seyn. Dabei stösst man aber sogleich auf eine Schwierigkeit.

*) *Determinavit speciem, orbem, seu locum singulis, posuit terram in medio: quam gravem esse et ad centrum mundi moveri determinavit, ut sic semper in medio subsisteret et neque sursum neque lateraliter declinaret.*

Da nämlich durch die Axendrehung der Erde die scheinbare tägliche Bewegung des Fixsternenhimmels aufgehoben wird, Cusa aber nach seiner Ansicht von der Bewegung der Körper auch dem Himmel eine Bewegung geben musste, so entsteht die Frage, wie man sich die von ihm angenommene Axendrehung der Erde zu denken habe. Diese Frage lässt sich aus den gedruckten Werken des Nicolaus von Cusa nicht beantworten. Wir sind aber gegenwärtig so glücklich, diese Frage genügend beantworten zu können. Es hat nämlich im Jahre 1843 Dr. Clemens in Bonn in der Bibliothek des Hospitals zu Cues ein Bruchstück von des Cardinals eigener Hand gefunden, welches auf das letzte Pergamentblatt eines von ihm im Jahre 1444 in Nürnberg erstandenen astronomischen Werkes geschrieben war und das uns einen Blick in seine astronomischen Vorstellungen gewährt. Dieses Bruchstück, welches Clemens in seiner Schrift: Giordano Bruno und Nicolaus von Cusa (Bonn 1847) S. 97—100 mitgetheilt hat, lautet vollständig so:

Consideravi quod non est possibile, quod aliquis motus sit praecise circularis; unde nulla stella describit circulum praecisum ab ortu ad ortum. Necesse est igitur nullum punctum fixum in octava sphaera esse polum; sed variabitur continue, ita quod semper alius et alius punctus instabiliter erit in loco poli. Recedunt igitur et appropinquant stellae a polo ad polum motu continuo. 2. Consideravi, quod terra ista non potest esse fixa, sed movetur ut aliae stellae. Quare super polis mundi revolvitur, ut ait Pythagoras, quasi semel in die et nocte, sed octava sphaera bis, et sol parum minus quam bis in die et nocte. Item consideravi, quomodo alii poli debent imaginari aeque distantes a polis mundi in aequatore, et super illis

revolvitur octava sphaera in die et nocte parum minus quam semel, et solare corpus distat ab uno polorum illorum quasi per quartam partem quadrantis, scilicet per 23 gradus vel prope; et per circumvolutionem mundi etiam circumvolvitur sphaera solis semel in die et nocte parum minus, hoc est per $\frac{1}{364}$ sui circuli, ita quod in anno per motum diei unius est retardatio, et ex illa retardatione oritur Zodiacus. Punctus autem in octava sphaera, qui in loco poli mundi motus ab oriente in occasum visus est, continue parum remanet retro polum, ita quod quum polus videtur circulum complevisse, punctus ille nondum circulum complevit, sed remanet a retro, tantum in proportione ad circulum suum in centum annis, vel quasi, quantum sol remanet retro in die uno. Et sicut punctus unus sphaerae solis semper remanet sub uno et eodem puncto octavae, qui sub polo motus revolutionis ab occidente fixe persistit, ita punctus unus sphaerae terrae et solis remanet cum polo mundi fixe. Imaginor enim me esse in medio mundi

sub aequinoctiali; sit terra a (b, e, d) *c abcd, et in hoc ac,*

bd arcus terrae et pone e in puncto sectionis; dico terram super polis ac fixis in terra moveri, et similiter super polo e et opposito ei, simul et semel; nam super ac movetur de oriente in occidens, et super e et ei opposito movetur in horizonte de occidente in oriens; ita quod quum a pervenit in b, tunc e pervenit in d, et ita consequenter. Octava sphaera eodem modo movetur, sed in duplo velocius super polis suis a, c quam e et opposito; sic, quum polus ejus a pervenit ad b, tunc b est in a, et quum pervenit ad c, tunc b pervenit ad primum locum scilicet b;

et quum in d, tunc b in a, et quum in a, tunc b in b. Et scias, quod polus octavae sphaerae a et oppositus ei sunt fixi cum polis ejusdem terrae, sed mobiles in ordinem ad stellas fixas, puta quod si aliqua stella jam foret in a polo, illa in revolutione remanebit retro, ita quod a polus fixus in terra eam derelinquit retro et alia succedit in ejus locum, ita quod omnes stellae, quae sunt in horizonte in medio mundi sole existente in ariete aut libra in ortu diei successive polo fixo in terra conjungentur in anno magno; sic quod stella, quae distat per $\frac{1}{360}$ circuli ad orientem ab ea, quae modo est in polo, circa centesimum annum succedit.

Aus dieser Stelle erhellt, dass Cusa in der That, wie es seine Naturphilosophie verlangt, nicht bloss die Erde, sondern auch den Fixsternenhimmel, die achte Sphäre, sich in Bewegung dachte. Sowohl der Erde als dem Fixsternenhimmel giebt er eine doppelte Axendrehung um zwei auf einander senkrechte Axen, von denen die eine die Weltaxe ist, die andere aber ihre Pole im Aequator hat. Um sich die Möglichkeit einer solchen doppelten Axendrehung vorzustellen, denke man sich einen Globus, der sich in seinem messingenen Reifen um seine Axe dreht, während gleichzeitig dieser Reifen mit sammt dem darin hängenden Globus sich um eine andere Axe wälzt, die auf jener senkrecht steht.

Es stelle *abcd* Fig. 1 die Erde und $\alpha\beta\gamma\delta$ die Himmelskugel vor. Die Erde dreht sich in 24 Stunden einmal um die Weltaxe *ac* von Morgen gegen Abend (von *e* nach *d* nach *i* nach *b* u. s. f.), und in derselben Zeit einmal von *a* nach *b* nach *c* nach *d* um die Axe *ei*, welche senkrecht auf der Weltaxe steht und deren Pole im Aequator liegen. Während derselben Zeit dreht sich

die Himmelskugel in derselben Richtung zweimal um die Weltaxe *ac* und einmal um die Axe *ei*.

Während also im absoluten oder kosmisch ruhenden Raume *b* nach *e* läuft, bewegt sich β bis δ. Unterdess hat sich aber auch die Weltkugel um die Axe *ei* um 90° gedreht, *a* ist nach *b* und α nach β gekommen, so dass also jetzt im absoluten Raume β an der Stelle von α steht. Ist der Weltpol durch die Umdrehung um die Aequatorialaxe *ei* nach *c* gekommen, dann ist β wieder auf seiner frühern Stelle. U. s. f.

Nach dieser Vorstellungsweise dreht sich also ebensowohl die Erdkugel als die Himmelskugel von Morgen gegen Abend um die Weltaxe, aber die erstere in Bezug auf den absoluten Raum mit einfacher, die letztere mit doppelter Geschwindigkeit, folglich dreht sich die Himmelskugel in 24 Stunden einmal relativ um die Erde, gerade so als ob diese letztere keine Rotation in demselben Sinne hätte.

Es scheint mir nun, dass Cusa zweierlei hier habe erklären wollen: 1) den jährlichen Sonnenlauf an der Himmelskugel nebst der Schiefe der Ekliptik und 2) das Zurückweichen der Nachtgleichen oder die Erscheinung, dass im Laufe der Jahrhunderte gewisse Fixsterne sich dem Weltpole nähern und sich wieder von ihm entfernen. Ich stelle mir beides so vor:

1) Cusa denkt sich offenbar den jährlichen Sonnenlauf nicht als eine eigene Bewegung der Sonne um die Himmelskugel von Abend gegen Morgen, sondern er lässt wie Anaxagoras *) die Sonne in derselben Richtung wie die Fixsterne um die Erde laufen, nämlich von Morgen

*) S. meine Untersuchungen über die Philosophie und Physik der Alten in den Abhandlungen der Friesischen Schule. Heft I. S. 137.

gegen Abend, nur um etwas langsamer. Wenn man annimmt, der Fixsternenhimmel (*Octava Sphaera*) drehe sich in Bezug auf die Erde in Einem Jahre 365mal um seine Axe und die Sonne bleibe täglich gegen diese Umdrehung etwas zurück, so wird die Sonne, da sie in Einem Jahre den Fixsternenhimmel in entgegengesetzter Richtung umwandert, sich innerhalb dieser Zeit nur 364mal um die Erde drehen, also in einem Tage um den $\frac{1}{364}$ Theil ihres Weges oder ihres Kreises gegen die Fixsterne zurückbleiben. Man sieht schon hieraus, dass dem Cardinal die Sache nur halb klar geworden ist. Die Sonne dreht sich in der That in Einem Jahre 365mal, der Fixsternenhimmel aber 366mal um die Erde. Da nun aber Cusa keinen Unterschied macht zwischen Sternzeit und mittler Sonnenzeit und die Sonne sich in Einem Jahre einmal weniger um die Erde dreht, als der Fixsternenhimmel, so giebt er der erstern nur 364 Umdrehungen.

Wie kann nun aber aus dieser Verzögerung der Thierkreis entstehen (*ex illa retardatione oritur Zodiacus*)?

Da sich die Sphäre der Sonne ebenso wie die Fixsternsphäre und die Erde um die Weltaxe dreht, so würde die Sonne stets im Aequator bleiben. Soll sie nun aber nicht immer im Aequator bleiben, sondern zu beiden Seiten von diesem um eine gewisse Grösse ausweichen, so muss sie auch noch eine Seitenbewegung haben.

Man denke sich einen bestimmten Punkt im Himmelsäquator, um diesen beschreibe die Sonne jährlich einen kleinen Kreis, dessen Halbmesser gleich der Schiefe der Ekliptik ist oder $23\frac{1}{2}^0$ beträgt, und jenen Punkt, den Pol dieses kleinen Sonnenkreises an der Himmelskugel, lasse man gleichzeitig binnen Einem Jahre den ganzen Umfang des Aequators durchlaufen oder, was auf dasselbe hinaus-

kommt, täglich um $\frac{1}{364}$ seines Weges gegen die Fixsterne zurückbleiben, so hat man den jährlichen Sonnenlauf so, wie ihn sich Cusa vorstellte.

2) Die zweite Axendrehung der Erd- und Himmelskugel, die Rotation um eine Aequatorialaxe, scheint mir Cusa deshalb angenommen zu haben, um das Zurückweichen der Nachtgleichen zu erklären. Um die Aequatorialaxe macht die Erde täglich, d. i. in 24 Stunden eine volle Umdrehung, die Fixsternkugel macht aber in Einem Tage keine ganze Umdrehung, sondern bleibt ein klein wenig zurück. Diese Differenz ist jedoch so gering, dass sich der Weltpol in 100 Jahren erst um 1 Grad von einem Sterne entfernt. Nun kann sich die Lage des Weltpols gegen die Fixsterne nicht ändern, ohne dass sich auch die Lage des Aequators gegen dieselbe änderte. Insoweit entspricht zwar die Annahme des Cusa dem Hergang der Erscheinungen im Allgemeinen, aber das Phänomen selbst kann offenbar durch die Annahme einer Drehung des Aequators um eine in seiner Ebene liegende Axe nicht richtig dargestellt werden. Der Cardinal scheint sich überdiess in Bezug auf den Sonnenlauf in einer eigenthümlichen Verwirrung der mathematischen Anschauung befunden zu haben. Denn nachdem er erst zu verstehen gegeben hat, dass der Sonnenkörper immer in gleichem Abstande von dem einen Pol der Aequatorialaxe an der Himmelskugel bleibe *(et solare corpus distat ab uno polorum illorum quasi per quartam partem quadrantis scilicet per 23 gradus et prope)*, so wiederholt er später nochmals ausdrücklich: Sowie Ein Punkt der Sonnensphäre stets unter dem Pol der Aequatorialaxe an der Himmelskugel bleibt, ebenso bleibt Ein bestimmter Punkt der Sphäre der Erde und der Sonne mit dem Weltpol fest verbunden *(Et sicut punctus unus sphaerae*

solis semper remanet sub uno et eodem puncto octavae, qui sub polo motus revolutionis fixe persistit, ita punctus unus sphaerae terrae et solis remanet cum polo mundi fixe). Dies ist aber unmöglich, denn dann würde die Sonne in Einem Jahre sich nur in einem Abstande von 23° um Ein und denselben Punkt am Himmel drehen, aber keinen ganzen Umlauf um die Himmelskugel machen.

So klar oder so verworren nun aber auch diese Vorstellungen in dem Geiste des Cusa gelegen haben mögen, so ist doch so viel offenbar, dass die Vorstellung, welche er von der Bewegung der Erde hatte, gänzlich verschieden ist von der Lehre des Kopernikus. Cusa selbst erinnert daran, dass die Lehre von der Bewegung der Erde eine Ansicht des Pythagoras gewesen sey, aber, sowie wir schon oben sahen, dass er den astronomischen Mythus der platonischen Republik verunstaltete, so hat er auch diesen Artikel der pythagoreischen Philosophie willkürlich genommen und wir vermissen in seiner Darstellung die Klarheit der mathematischen Anschauung, mit welcher Philolaos diesen Gegenstand behandelt hat. Wir dürfen dabei jedoch nicht vergessen, dass Nicolaus von Cusa in den Abendländen der Erste war, der über diese Dinge philosophirte. Früher als die Platoniker, die sich in der Akademie von Florenz zusammenfanden, hatte er sich eine vertraute Bekanntschaft mit den Lehrmeinungen der griechischen Philosophen erworben und es war ihm unter diesen jene pythagoreische Lehre von der Bewegung der Erde nicht verborgen geblieben. Aber wir haben Grund, zu glauben, dass er die wahre Ansicht des Philolaos nur sehr unvollkommen kannte. Der Geist des Cardinals, der das Geheimnissvolle und Paradoxe liebte, fand Gefallen an einer Vorstellungsweise, die für ihn selbst viel-

leicht noch manches Räthselhafte und Unbegreifliche hatte. Er hat es zwar nicht für rathsam geachtet, in seinen gedruckten Schriften seine Ansichten über die Bewegung der Erde klar und deutlich auseinanderzusetzen, aber eine Sage darüber scheint sich seitdem lange unter den italienischen Gelehrten erhalten zu haben*) und wir finden, dass Giordano Bruno, der die cusanische Naturphilosophie in ein moderneres Gewand kleidete, des Cardinals ausdrücklich als eines Vorgängers des Kopernikus erwähnt.

Ehe die Wissenschaft von den Sternen neue Fortschritte machen konnte, musste sie sich vor allen Dingen erst wieder auf den Standpunkt erheben, auf dem sie zu Alexandria stehen geblieben war. Die astronomischen Kenntnisse und Einsichten des Toscanelli und des Cardinals von Cusa, wie bedeutend sie auch für ihre Zeit seyn mochten, mussten schon wegen des Mangels der Bekanntschaft mit den Werken des Alterthums tief unter denen des Hipparch, Eratosthenes und Ptolemäus stehen. Die Kosmographie Toscanelli's, sowie die symbolisirende Naturphilosophie Cusa's befinden sich gleichsam noch auf der Uebergangsstufe vom Mittelalter zur neuern Zeit, aber als der eigentliche Vater der rechnenden und beobachtenden Astronomie in den Abendlanden muss Georg Peurbach genannt werden. Dieser Mann, dessen Name sowie der seines grossen Schülers Regiomontan mit dem Andenken der Wiederherstellung der Wissenschaften verflochten ist, hat seinen berühmten Namen nach der Sitte der damaligen Zeit von seinem Geburtsort, einem Flecken auf der baierisch-österreichischen Grenze. Geboren den 30. Mai

*) Vielleicht hatte diese Sage den Dominicus Maria, den Lehrer des Kopernikus verführt, als er eine Veränderung der Polhöhe mehrerer Städte wahrgenommen zu haben glaubte.

1423, widmete er sich auf der Universität zu Wien unter Anleitung des Johann von Gemünden dem Studium der Mathematik und Astronomie. Der Ruf seines Talents und seiner Kenntnisse erfüllte sehr früh die ganze damalige gelehrte Welt. Auf einer Reise, die er als junger Mann von einigen zwanzig Jahren durch Italien machte, wurde er in Rom mit Wohlwollen und Zuvorkommenheit von dem Cardinal von Cusa aufgenommen, der von da an fortwährend in literarischem Verkehr mit ihm blieb. In Ferrara suchte ihn der damals schon hochbetagte Astronom Johann Bianchini (Blanchinus) längere Zeit festzuhalten, der ihn veranlasste, einige öffentliche Vorträge über seine Wissenschaft daselbst zu halten. Bei seiner Rückkehr in die Heimath trug man ihm den Lehrstuhl an der Universität zu Wien gewissermassen schon entgegen. Hier fing er an, den Almagest des Ptolemäus zu bearbeiten. Da er aber wie die meisten Gelehrten seiner Zeit des Griechischen unkundig war, auch keinen griechischen Urtext besass, so bediente er sich einer schlechten lateinischen Uebersetzung aus dem Arabischen, deren Fehler und Mängel er mit Glück und Sachkenntniss verbesserte. Er führte in die trigonometrischen Rechnungen des Ptolemäus die Sinus statt der Sehnen ein und berechnete eine neue Sinustafel von 10 zu 10 Minuten für den Halbmesser 600000. Da die Elementar-Geometrie kein Mittel kennt, einen Bogen genau in 3 oder 5 Theile zu theilen, und die Analysis der Trigonometrie damals auch keine Hilfsmittel darbot, so war die Berechnung solcher Tafeln mit nicht geringen Schwierigkeiten und Weitläufigkeiten verbunden. Den grössten Ruhm hat sich aber Peurbach als Verfasser der *Theoricae Planetarum* erworben. Dieses Werk blieb beinahe ein Jahrhundert die Hauptquelle des astronomischen Stu-

diums und eine Reihe von Schriften namhafter Astronomen sind nichts als Commentare zu diesem Werk. Um das Verdienst dieser Schrift richtig zu würdigen, darf man nicht vergessen, dass der Inbegriff der astronomischen Kenntnisse des damaligen Zeitalters fast noch derselbe war, wie ihn schon 400 Jahre früher Sacro Bosco in seiner Schrift *De sphaera mundi* umgrenzt hatte. Dieses Buch enthielt nur die elementarsten Begriffe aus dem Ptolemäus: es lehrte die Kreise der Kugel kennen, die Phänomene der täglichen Bewegung und sagt einige Worte über die Finsternisse. Peurbach that einen beträchtlichen Schritt vorwärts in der Kenntniss des Almagestes, indem er die Theorie der Planeten erklärte, die der wichtigste und schwierigste Theil davon ist.

Die Planetentheorik Peurbach's ist noch in einer andern Beziehung geschichtlich merkwürdig und zwar durch die Einführung der aristotelisch scholastischen Naturphilosophie in die Astronomie der Alexandriner. Nach den physikalischen Vorstellungen der Alten schweben die Sterne nicht frei durch die Himmelsräume, etwa so wie die Vögel durch die Luft fliegen oder die Fische im Wasser schwimmen, sondern sie sind an feste und materielle, die Erde umgebende Sphären befestigt, durch deren Umwälzung sie mit herumgeführt werden. Diese Idee wurde von Eudoxus, Kallippos und Aristoteles festgehalten und obschon in dem System der homocentrischen Sphärenbewegung jeder einzelne Planet mehrere Sphären hatte, so konnte man ohne Bedenken die Solidität derselben annehmen, weil alle diese Sphären mit der Erde concentrisch waren, und daher die Entfernung des Planeten von der Erde immer unverändert dieselbe blieb *).

*) S. Apelt, Die Sphärentheorie des Eudoxus und Aristoteles in den Abhandlungen der Friesischen Schule. Heft 2. S. 27.

Aber von Hipparch bis Ptolemäus bemerkte man die Veränderung dieser Entfernungen. Eine solche Veränderung der Entfernungen, durch die der Planet der Erde bald näher rückt, bald sich weiter von ihr entfernt, scheint mit der Annahme solider Sphären nicht wohl verträglich. Die Astronomen zu Alexandria liessen daher die physikalische Vorstellung fester Sphären gänzlich fallen und bildeten ihre Epicykelntheorie bloss geometrisch aus, ohne sich darum zu bekümmern, welcher Mittel sich die Natur bei diesem Mechanismus epicyklischer Bewegungen bediene. Das genügte indess den Physikern des damaligen Zeitalters nicht, die sich von der physikalischen Vorstellung des Aristoteles nicht trennen konnten. Man hegte damals noch allgemein die Ansicht, dass die Himmelskreise feste krystallene Sphären seyen, die einander berühren und so durch Contactwirkung den Eindruck der Bewegung des *Primum mobile* empfangen und bis an den Mond herab fortpflanzen. Es entstand daher die Aufgabe, zu erklären, wie die Solidität der Sphären bei der Abnahme und Zunahme der Entfernungen der Himmelskörper von der Erde bestehen könne. Diese Aufgabe löste Peurbach auf eine sinnreiche Weise. Um es den Physikern und Astronomen zugleich recht zu machen, suchte er die epicyklische Theorie des Hipparch und Ptolemäus mit der homocentrischen Sphärentheorie des Eudoxus und Kalippos, so weit als thunlich, zu verschmelzen. Zu dem Ende gab er jedem Planeten eine feste Sphäre, deren convexe sowohl als concave Oberfläche mit der Erde concentrisch war. Dieser homocentrischen Sphäre, die er sich ausgehöhlt dachte, gab er alsdann eine solche Dicke, dass der excentrische Kreis nebst dem Epicykel Raum zwischen ihrer äussern und innern Oberfläche hatte.

Peurbach's Planetentheorik fand ungetheilten Beifall. Johannes Baptista Capuanus Manfredonius, Erasmus Reinhold, Oswaldus, Wurstisius (Wursteisen) und noch der Zeitgenosse von Tycho de Brahe und Galilei Johann Anton Maginus schrieben Commentare dazu, und selbst in dem *Almagestum novum* des Riccioli findet man sie noch illustrirt und erklärt.

Als Peurbach auf der vollen Höhe seines Ruhmes stand, kam ein Jüngling zu ihm nach Wien, der in Leipzig sich bereits die nöthigen Kenntnisse in der Sphärik erworben hatte und nun auch die Theorie der Planeten studieren wollte. Dieser Jüngling war **Regiomontanus**, des grossen Lehrers grösserer Schüler.

Johann Müller, genannt Regiomontanus, ist einer der merkwürdigsten Männer seines Zeitalters, sowohl durch den Umfang seiner Kenntnisse, als durch die grosse Zahl seiner Werke. Ulrich von Hutten nennt ihn den grössten Mathematiker, nicht nur Deutschlands, sondern aller Nationen und rühmt ihn als den Mann, der nach einstimmiger Meinung Aller selbst dem Archimedes die Palme des Ruhmes streitig mache. 1436 zu Königsberg in Franken geboren, bezog er schon mit zwölf Jahren die Universität Leipzig. Als der fünfzehnjährige Jüngling zum Peurbach kam, war dieser gerade mit dem Ptolemäus beschäftigt. Regiomontan, der an diesen Studien sogleich den lebhaftesten Antheil nahm, erwarb sich unter der Anleitung seines Lehrers in kurzer Zeit eine vertraute Bekanntschaft mit dem Almagest. Der Gegenstand des gemeinschaftlichen Studiums gab vielfache Gelegenheit zu gegenseitigen Betrachtungen über das, was der Astronomie zur Zeit noch Noth thue und man kam überein, dass vor Allem zwei Dinge zu wünschen seyen: einmal eine genauere Bestim-

mung der Cardinalpunkte des Thierkreises oder der Ekliptik und dann genauere Ortsangaben, wenn auch nicht aller, so doch derjenigen Fixsterne, mit denen die Planeten verglichen werden können. Denn da die Fixsterne die festen und unverrückbaren Marksteine au der Himmelskugel sind, auf welche man die Bewegung der Planeten beziehen muss, so durfte man nicht hoffen, die Oerter der letzteren mit Genauigkeit zu beobachten und zu bestimmen, und ihre Bewegung richtig in Tafeln zu bringen, bevor man nicht eine genaue Kenntniss der Oerter der Fixsterne erlangt hatte. Lehrer und Schüler beriethen sich auch über die Instrumente, die man zur Erreichung dieses Zweckes anwenden müsse. Neben ihren theoretischen Studien stellten sie zusammen Beobachtungen an, durch die sie sich sehr bald von der Fehlerhaftigkeit der Alphonsinischen Tafeln überzeugten. Als sie den Mars mit den ihm nächsten Fixsternen verglichen, fanden sie seinen Ort fast um 2° von seinem Tafelorte verschieden. Nicht minder beträchtlich war die Abweichung von Zeitangaben bei den Mondfinsternissen, die sie gemeinschaftlich beobachteten. Bei einer derselben stieg der Unterschied fast bis auf eine Stunde.

Zu derselben Zeit, als Peurbach und Regiomontan mit diesen Arbeiten beschäftigt waren, weilte der griechische Cardinal Bessarion als päpstlicher Legat in Wien, theils um die Zwistigkeiten zwischen dem Kaiser Friedrich III. und seinem Bruder Sigismund zu schlichten, theils um Hülfe gegen die Türken, den Feind der gemeinsamen Religion, zu suchen. Seit seiner Abreise aus Griechenland zu dem Concil von Florenz hatte dieser erhabene Beförderer der Wissenschaften sich eine vertraute Bekanntschaft mit der lateinischen Sprache erworben. Er selbst

hatte bereits angefangen, den Almagest aus dem griechischen Urtext ins Lateinische zu übertragen. Aber Staatsgeschäfte hinderten ihn, das angefangene Werk fortzusetzen und er freute sich, in Peurbach den Mann gefunden zu haben, dem er diese Arbeit übertragen könne. Da aber Peurbach das Griechische nicht verstand und doch den Wünschen des mächtigen Kirchenfürsten entsprechen wollte, so fing er an, nach dem Vorbilde des Ptolemäus ein eigenes Lehrbuch der Astronomie auszuarbeiten. So entstand seine ***Epitome in Ptolemaei Almagestum,*** von der aber nur die erste Hälfte aus seiner Feder geflossen ist und die Regiomontan nach seinem Tode vollendete. Während Peurbach noch mit der Ausarbeitung dieses Werkes beschäftigt war, machte ihm Bessarion den Vorschlag, mit ihm nach Italien zu gehen, wo damals vor den Waffen der Türken flüchtend schon viele gelehrte Griechen ankamen, die eine Menge Bücher mitbrachten, in deren Verständniss bereits einzelne hochstrebende Geister durch Erlernung der griechischen Sprache einzudringen suchten. Peurbach entschloss sich, den Cardinal zu begleiten unter der Bedingung, dass er seinen jugendlichen Freund mitnehmen dürfe, von dem er hoffte, dass er sich schneller und leichter, als er selbst, die Kenntniss der griechischen Sprache aneignen würde. Alles war schon zur Reise vorbereitet, da starb der kaiserliche Astronom im April des Jahres 1461, kaum 38 Jahre alt. Seine Kenntnisse, seine Pläne und die Gunst, in der er bei dem Cardinal Bessarion gestanden, fielen als Vermächtniss dem Regiomontanus zu. Die Verzögerung der Abreise des Cardinals benutzte der thätige junge Mann, um die von seinem Lehrer begonnene ***Epitome*** zu beendigen. Im Herbst des Jahres 1462 wurde die Reise nach Italien angetreten. Schon vorher hatte Regiomontan im

Umgang mit einigen Gelehrten aus des Cardinals Gefolge sich die Elemente des Griechischen angeeignet. Nach seiner Ankunft in Rom setzte er dieses Studium mit allem Eifer fort, hauptsächlich unter der Anleitung des Georg von Trapezunt, der einen besondern Fleiss auf den Ptolemäus und seinen Commentator Theon verwendet hatte. Wenige Monate reichten hin, um alle Zweifel zu zerstreuen, die Regiomontan noch über den Ptolemäus hatte und er legte nun die letzte Hand an seine *Epitome*. Schon in dieser Zeit knüpfte er eine Menge gelehrter Bekanntschaften an und durchforschte die Bibliotheken und Bücherschätze, die fast täglich neu aus Griechenland ankamen. Mit unermüdetem Eifer sammelte er griechische Codices; die er nicht ankaufen konnte, schrieb er entweder eigenhändig ab oder liess correcte Abschriften davon nehmen. Aus dieser Zeit sind auch noch Beobachtungen der Sonne, des Mondes und der Planeten von ihm vorhanden.

Als Bessarion in Staatsgeschäften nach Griechenland ging, besuchte Regiomontan auf den Vorschlag seines Gönners mehrere Städte Italiens. In Ferrara begrüsste er den neunzigjährigen Greis Bianchini, der ihn mit demselben Wohlwollen aufnahm, wie ein Decennium zuvor seinen Lehrer Peurbach. Dort machte er auch die Bekanntschaft des Theodor Gaza, der in dem von Georgius Gemistus genannt Pletho erregten Streite, über den Vorzug des Plato vor dem Aristoteles, sich mit Mässigung auf die Seite des letztern gestellt und dem Pletho darin widersprochen hatte, dass die Natur nicht allein zweckmässig, sondern auch mit Vorstellung eines Zweckes wirke und Aristoteles' Vorstellungsart von der Zweckmässigkeit der Natur ohne Absicht für die richtigere erklärt hatte. Diesem gebildeten Griechen, den Georg von Trapezunt tödtlich

hasste, verdankt Regiomontan zweierlei: die Erwerbung neuer Manuskripte griechischer Schriftsteller und die Kenntniss der Feinheiten der griechischen Sprache. Ausgerüstet mit der nöthigen Kenntniss der Sprache und vertraut mit allen Einzelheiten seiner Wissenschaft, stellte jetzt Regiomontan den Text des Ptolemäus fest und verglich ihn mit dem Commentar des Theon. Bei dieser Gelegenheit entdeckte er die mancherlei Fehler und Täuschungen, die sich in des Georg von Trapezunt's Erklärung jenes Commentars fanden. Von Ferrara ging er nach Padua und von da nach Venedig, wo er die Rückkehr seines hohen Gönners aus Griechenland erwarten wollte. Wohin er kam, war ihm der Ruf seiner tiefen Wissenschaft und seiner vertrauten Bekanntschaft mit den Schriftstellern des griechischen und römischen Alterthums vorangegangen. Sein Talent und seine Kenntnisse sowohl wie das Ansehen, in dem er bei dem Cardinal Bessarion stand, machten ihn gewissermassen zu dem gelehrten Mittelpunkt in allen italienischen Städten, die er besuchte. Redner, Geschichtschreiber, Philosophen und Dichter sammelten sich um ihn. In Padua hielt er Vorlesungen über Astronomie und in Venedig bildete er seine Trigonometrie aus, ein Werk, das zuerst die Bahn brach, auf der diese Wissenschaft allmälig zu ihrem heutigen Zustand gelangt ist. Der Cardinal wurde indessen durch Geschäfte länger in Griechenland zurückgehalten, als er selbst geglaubt hatte und so kehrte sein Günstling, des langen Wartens müde, wieder nach Rom zurück. Hier fand er den Georg von Trapezunt feindlich gegen sich gestimmt. Der ehrgeizige und hinterlistige Grieche konnte dem ehrlichen Deutschen die Freimüthigkeit nicht verzeihen, mit der er die Irrthümer in dessen Erklärung von Theon's Commentar aufgedeckt

hatte. Vielleicht besorgt um seine Sicherheit und ungewiss über die Rückkehr Bessarion's wendete er sich 1468 nach einem siebenjährigen Aufenthalte in Italien wieder der Heimath zu, reich beladen mit Schätzen des Alterthums, die er in Deutschland durch den Druck zu veröffentlichen gedachte. Aus dem Verzeichniss dieser Manuskripte, das er zu Nürnberg herausgab und das Doppelmayr in seiner Historischen Nachricht von den Nürnbergischen Mathematicis und Künstlern hat abdrucken lassen, sieht man, dass Regiomontan im Besitz fast der ganzen mathematischen Literatur des Alterthums war. Bald nach seiner Zurückkunft folgte er einem vortheilhaften Rufe des Matthias Corvinus nach Ungarn. Dieser kriegerische König, der ein Freund und Beschützer der Wissenschaften war, hatte eine Menge griechischer Handschriften, die bei der Eroberung von Konstantinopel und Athen erbeutet und durch die ganze Türkei zerstreut worden waren, an sich gekauft und dadurch den Grund zur schönen Bibliothck von Ofen gelegt. Er rief Gelehrte und Künstler an seinen Hof und versäumte Nichts, was dazu dienen konnte, sein Volk auf eine höhere Stufe wissenschaftlicher und ästhetischer Kultur zu heben. Regiomontan stand sowohl bei dem heldenmüthigen König als bei dem Erzbischof von Gran, der ein Liebhaber der Astrologie war, in hoher Gunst. Dem letztern zu Gefallen berechnete er die *Tabulae Directionum.* Die ruhige Lage der Dinge in Ungarn wurde indess schon nach wenigen Jahren gestört. Der Krieg, in welchen Matthias Corvinus mit Podiebrad von Böhmen verwickelt wurde, bestimmte Regiomontan, sich einen ruhigern Aufenthalt aufzusuchen. Seine Wahl fiel auf Nürnberg. Hier hatte ein Menschenalter früher Gregor von Heimburg gelebt und gewirkt.

Nürnberg war damals durch die einsichtsvolle Verwaltung seines Rathes, durch den Gewerbfleiss seiner Bewohner, durch seine Anstalten für Wissenschaft und Kunst, durch den Zusammenfluss von Gelehrten und Künstlern innerhalb seiner Mauern die Metropole deutscher Bildung und deutschen Kunstfleisses. Patricier, wie Bernhard Walther und später Wilibald Pirkheimer, die an Reichthum und Ansehen Fürsten glichen, beförderten daselbst Wissenschaft und Kunst durch Unterstützung und eigenes Beispiel. Im Herzen von Deutschland gelegen, war es zugleich der Mittelpunkt des Verkehrs zwischen Deutschland und Italien. Viele Nürnberger Kaufleute hatten in Venedig und andern italienischen Städten ihre Comptoirs und Factoreien, allwöchentlich ging von Nürnberg ein fahrender Bote nach Venedig. Durch den weitverzweigten Handel mit den Erzeugnissen ihrer eigenen Industrie stand die Stadt fast mit der ganzen damals civilisirten Welt in Verbindung. Durch die Kaufleute, welche ununterbrochen ab- und zugingen, konnte man Briefe nach allen Gegenden hin befördern. Zu jener Zeit, wo es noch keine regelmässigen Briefposten gab, war dies keiner der geringsten Vortheile, den diese Stadt darbot. Nürnbergs Baumeister, Bildhauer, Oelmaler, Holzschneider, Orgelbauer, Glockengiesser, Rothgiesser und Handwerker jeder Art waren im In- und Auslande wohl bekannt. Hier durfte Regiomontan hoffen, diejenigen Männer zu finden, die die astronomischen Instrumente, deren er bedurfte, auszuführen im Stande waren.

Was aber diesen Heros deutscher Mathematiker vor Allem nach Nürnberg zog, war die Druckerei des Antonius Coburger. Die Kunst des Bücherdrucks war damals noch so neu und unbekannt, dass die Bibeln, welche aus Faust's Druckerei in Mainz hervorgingen, alle Welt in Er-

staunen setzten. 1470 gründete Coburger die erste Druckerei in Nürnberg, die in Kurzem die ansehnlichste in ganz Deutschland wurde: Vier und zwanzig Pressen waren hier im Gange, an denen mit Einschluss der Correctoren über hundert Mann Beschäftigung fanden. In 16 grössern Städten, unter denen Lyon, Venedig, Amsterdam, Danzig, Basel und Wien genannt werden, hatte er eigene Werkstätten und Factoreien.

Dies war die Stadt, in welcher sich Regiomontan im Frühjahr 1471 niederliess, um dieselbe Zeit, da Albrecht Dürer geboren wurde. Mit ihm, sagt Gassendi, zogen alle Musen durch Nürnbergs Thore ein. Die angesehensten Bürger der Stadt wetteiferten, dem neu Angekommenen mit Beweisen der Auszeichnung entgegenzukommen. Vor allen ehrte ihn der reiche und angesehene Patricier Bernhard Walther, der trotz seiner Geschäfte und seines Amtes Regiomontan's eifrigster Schüler wurde. Mit wahrhaft fürstlicher Freigebigkeit errichtete er für sich und seinen Lehrer die Sternwarte in der Rosengasse, die mit den kostspieligen Instrumenten geziert war, welche, aus Erz und Holz gearbeitet, aus den Werkstätten Nürnberger Künstler und Handwerker hervorgegangen waren. Die Armillarsphäre, das Astrolab, der Jakobsstab *(Radius ptolemaicus* oder *hipparchicus)*, das *Quadratum geometricum* und das *Torquetum*, das Bailly in seiner Geschichte der neuern Astronomie beschrieben, waren die Instrumente, deren sich Regiomontan und Walther zur Beobachtung der Gestirne bedienten. Auf Veranlassung des Magistrats der Stadt hielt Regiomontan öffentliche Vorlesungen über Mathematik und Astronomie. Nun wurde Nürnberg auch der Hauptsitz der mathematischen und astronomischen Bildung in Deutschland, die Universitäten nicht ausgenommen.

Gegenwärtig sind durch die fortgeschrittene Theilung der Arbeit die theoretischen und die technischen Bestrebungen bei uns vielleicht weiter als in jedem andern Lande aus einander gegangen; aber in jener Zeit rasch fortschreitenter Civilisation war Wissenschaft und Gewerbe noch eng mit einander verbunden, Kenntnisse und Kunstfertigkeiten waren in gleicher Weise der Stolz des edelern Bürgerthums, der Stand der Gelehrten war nur eine besondere Zunft neben den übrigen Zünften der freien Bürgerschaft. So nur erklärt es sich, wie Regiomontan's rastloser, reichbegabter Geist dem Kunstfleiss einer ganzen Stadt einen neuen Impuls ertheilen konnte. Denn von ihm an datirt sich der hohe Ruhm, den Nürnberg unter allen deutschen Städten in Künsten und Wissenschaften erlangte und den noch jetzt Reisende aus allen Gegenden in seinen ehrwürdigen Denkmälern bewundern.

Jetzt, nachdem Regiomontan sein Haus in dieser Stadt gegründet hatte, sollten die in Italien und Ofen gesammelten Schätze des Alterthums, sowie seine eigenen Werke ans Licht treten. Aber diese Manuskripte mit ihren Tabellen und astronomischen Zeichen waren von der Beschaffenheit, dass ihr Druck die Kräfte selbst von Coburger's Werkstatt überstieg. Auf Walther's Kosten wurde daher jetzt eine eigene Druckerwerkstätte errichtet, für die Regiomontan einen ganz neuen Apparat angab, durch dessen Erfindung er sich ein gerechtes Verdienst um die Verbesserung der Buchdruckerkunst erwarb, so dass Peter Ramus keinen Anstand nahm, ihn als einen Miterfinder dieser Kunst zu nennen *). Ausser dieser Druckerei, der er vorstand, dirigirte er noch eine mechanische Werkstatt,

*) In s. *Scholis mathematicis* p. 64.

in der Himmelsgloben, Compasse und Brennspiegel gefertigt wurden. Diese mechanischen Künste brachte er zuerst nach Nürnberg.

1472 beobachtete Regiomontan auf der ihm von Walther errichteten Sternwarte den Lauf des in diesem Jahre erschienenen Kometen und beschrieb mit aller Sorgfalt die Veränderung seiner Stellung zwischen den Sternbildern. Dies sind die ersten eigentlich astronomischen Kometenbeobachtungen, die wir besitzen. Dieser Komet war besonders dadurch merkwürdig, dass er eines Tages 40° eines grössten Kreises der Himmelskugel durchlief. Seine später von Laugier berechnete Bahn stellt seinen von Regiomontan beobachteten Lauf durch die Constellationen befriedigend dar, sowie den Umstand, dass der Komet am 21. Januar in einem Tage 40° durchlief.

Das erste Werk, das Regiomontan aus seiner neu eingerichteten Presse hervorgehen liess, waren die *Theoricae planetarum novae* seines Lehrers Peurbach. Diesem folgte des *Manilii Astronomica* und ein neuer Kalender. Unter allen Werken aber, welche aus dieser merkwürdigen Druckerei hervorgingen, machte keins ein so gewaltiges Aufsehen, wie die Ephemeriden. Alle astronomischen Berechnungen wurden damals nach den Tafeln des Königs Alphons geführt. Regiomontan, der die Unrichtigkeit derselben erkannt hatte, nannte sie nur das *Somnium Alphonsinum* und setzte 1473 an deren Stelle seine berühmten astronomischen Ephemeriden, welche eine weit leichtere und bequemere Form der Berechnung der Oerter der Himmelskörper gewährten, als die Tafeln.

Die astronomischen Tafeln stehen in der Mitte zwischen den Elementen der Bahn und den Ephemeriden. Es würde ausserordentlich ermüdend und zeitraubend seyn,

wollte man den Ort eines Himmelskörpers jedesmal aus den Elementen seiner Bahn berechnen. Diese Berechnung wird durch den Gebrauch der Tafeln bedeutend erleichtert und abgekürzt. Unsre Sonnentafeln z. B. enthalten

1) eine Tafel für die mittlere Länge der Sonne für den Anfang jedes Jahres, d. i. für den 0ten Januar 0^h 0′ 0″ mittlere Pariser Zeit (also für den Mittag des 31. December des vorhergehenden Jahres) und dieses von Anno 1 bis etwa 2000 p. Ch.;

2) eine Tafel der mittlern Bewegung der Sonne in 1, 2, 3, bis 365 Tagen;

3) eine desgl. für die mittlere Bewegung in 1, 2, 3 ... 23 Stunden;

4) eine desgleichen für die mittlere Bewegung in 1, 2, 3 ... 59 Minuten;

5) eine desgleichen für die mittlere Bewegung in 1, 2, 3 ... 59 Secunden.

Hiernach kann man z. B. die mittlere Sonnenlänge für 1850 den 28. Januar um 4 Uhr 37′ 18″ finden, wenn man zur mittlern Sonnenlänge am 0. Januar 1850 um 0 Uhr 0′ 0″ aus der Tafel 1. die mittlere Bewegung der Sonne in 28 Tagen 4 Stunden 37′, 18″, welche sich einzeln aus den Tafeln 2) ... 5) ergeben, addirt. Von der somit erhaltenen mittleren Länge wird nun die Länge des Perigäums abgezogen. Der Rest ist die mittlere Anomalie, mit welcher man in eine 6te Tafel eingeht und darin die Mittelpunktsgleichung findet, welche, zur mittleren Länge mit Rücksicht auf ihr Vorzeichen addirt, die wahre Länge giebt.

Die Sonnenephemeride für das Jahr 1850 dagegen giebt für den Anfang jedes Tages im genannten Jahre die wahre Länge der Sonne an und hieraus kann man die

wahre Länge der Sonne für jeden andern Zeitpunkt des Jahres, z. B. für den 28. Januar um 4^h 37′ 18″ mittlere Pariser Zeit durch eine einfache Interpolation berechnen. Die Ephemeriden geben also unmittelbar eine Reihenfolge von Oertern des Himmelskörpers für gleich weit von einander abstehende Zeitpunkte eines und desselben Jahres, aus denen man ohne Schwierigkeit den Ort für jeden zwischenliegenden Zeitpunkt finden kann. Die Tafeln dagegen enthalten gleichsam eine tabellarische Zusammenstellung aller in diesem Umkreis von Erscheinungen möglicher Fälle, aus denen man den für einen bestimmten Zeitpunkt wirklichen Fall erst berechnen muss.

Ephemeriden gab es schon früher, aber Regiomontan hat diesen astronomischen Jahrbüchern zuerst eine wissenschaftliche Form gegeben: die Himmelsbegebenheiten in fortlaufender Reihe aufgeführt und nicht bloss vereinzelt nach ihrer Merkwürdigkeit herausgehoben. Auch waren seine Ephemeriden die ersten, die im Druck erschienen. In dem Index seiner herauszugebenden Bücher kündigt er sie folgendermassen an: ***Ephemerides, quas vulgo dicunt Almanach, ad triginta duos annos: Ubi quotidie intueberis veros motus omnium Planetarum, Capitisque Draconis Lunaris una cum adspectibus Lunae ad Solem et Planetas, horis etiam adspectuum eorundem non frivole adnotatis: neque Planetarum inter se adspectibus praetermissis. In frontibus paginarum posita sunt indicia latitudinum: Ecli. pses denique Luminarium (si quae futurae sunt) locis suis effigurantur.*** Diese, dem König Matthias Corvinus gewidmeten Ephemeriden wurden im In- und Auslande mit ausserordentlichem Beifall aufgenommen. Das Exemplar wurde mit 12 Ducaten bezahlt. Und in der That leisteten sie der damaligen Welt einen grossen Dienst. Sie sind im

Voraus auf die Jahre 1475 bis 1506 berechnet und waren nicht bloss für die in Unordnung gerathene Zeitrechnung von Wichtigkeit, sondern wurden auch während der ersten grossen Entdeckungsreisen des Bartholomäus Diaz, des Columbus, des Vespucci und des Gama an den Küsten von Afrika, Amerika und Indien benutzt.

Das Aufsehen, welches diese Ephemeriden gleich nach ihrem Erscheinen erregten, war so gross, dass der Papst Sixtus IV. den Regiomontan zum Bischof von Regensburg ernannte und ihn durch ein eigenhändiges Schreiben aufforderte, nach Rom zu kommen, um die Reform des Kalenders auszuführen. Gehorsam dem Befehl des Papstes, verliess Regiomontan nicht ohne Zaudern sein geliebtes Nürnberg Ende Juli 1475. Sein Wirken in Rom war nur von kurzer Dauer. Schon am 6. Juli 1476 übereilte ihn der Tod im noch nicht vollendeten 41. Jahre seines Lebens, der Sage nach in Folge von Gift, welches ihm die Söhne des Georg von Trapezunt beigebracht hatten. Sein Leichnam wurde im Pantheon beigesetzt. So ändern sich die Zeiten, dass die Kirchengewalt die Priester der Natur, die sie in diesem Zeitraum noch mit hohen Ehren überhäufte, ein Jahrhundert später in dem Kerker der Inquisition schmachten liess.

Je grösser der Ruhm des Regiomontanus war, desto mehr hat man ihn vergrössern wollen, indem man ihm Verdienste zuschrieb, auf die er in Wahrheit keinen Anspruch zu machen berechtigt ist. Schon Doppelmayr hat ihn in seiner Historischen Nachricht von den Nürnbergischen *Mathematicis* und Künstlern (S. 22), als einen Vorläufer des Kopernikus in der Lehre von der Erdbewegung bezeichnet, und Schubert behauptet in seiner kleinen Schrift: Peurbach und Regiomontanus S. 38: er habe

„lange vor Kopernikus die Bewegung der Erde um die Sonne erkannt und seinen Schülern gelehrt.“ Ein solches Urtheil konnte nur aus einer gänzlichen Unkenntniss der hierauf bezüglichen Thatsachen hervorgehen. Das einzige historische Document, worauf diese Behauptung allein gegründet werden kann und in der That gegründet worden ist, ist das zweite Kapitel von Johann Schoner's 1533 zu Nürnberg erschienenem *Opusculum geographicum*, an dessen Ueberschrift man sich gehalten zu haben scheint, ohne etwas Weiteres von seinem Inhalte zu wissen. Um jeden Zweifel über diesen Gegenstand zu zerstreuen und weil diese Abhandlung Schoner's jetzt äusserst selten ist, lasse ich das hier in Rede stehende Actenstück vollständig folgen:

An terra moveatur an quiescat, Joannis de Monte regio disputatio. Cap. II.

Quod moveatur, quia per motum terrae circularem ab occidente in orientem omnia salvari possunt, quae in astris apparent. Igitur si dicimus terram moveri, et coelum quiescere, nullum apparet inconveniens. In oppositum est autor Sphaerae. Nota quaestio quaerit de motu locali, et non de motu alterationis, sive generationis et corruptionis. Quaerit itaque an terra localiter moveatur: de quo quidam antiqui opinati sunt, quod coelum quiesceret et terra moveretur super polis suis circulariter, in die faciendo unam revolutionem ab occidente versus orientem. Ita imaginabantur, quod terra haberet se sicut assatura in veru, et Sol sicut ignis assans. Dicebant enim: sicut ignis non indiget assatura, sed e converso, ita Sol non indigeret terra, sed potius terra Sole.

Conclusio prima. Terra non movetur circulariter ab occidente versus orientem super polis suis et centro motu

diurno, ut isti opinabantur. Patet, quam si sic, difficilius esset ire contra occidentem, quam orientem, quod est contra experientiam. Oporteret enim aërem terrae vicinum etiam ita moveri, qui esset ambulanti impedimento. Aves etiam non possunt bene volare contra orientem propter aërem insequentem, qui pennas earum elevaret. Nam melius volare videmus aves contra ventum, quam cum vento. Item projectum sursum non rediret in locum a quo exivit. Item aedificia ex tam vehementi impetu viderentur rumpi. Manifestius tamen indicium est, quod non moveatur terra motu diurno, in hoc quod aves videntur in sublimi moveri versus orientem, similiter nubes faciunt, quod nequaquam accideret si terra sic moveretur, adeo enim velociter oporteret terram moveri, quod ipsa motu suo superaret motum omnium in sublimi existentium, omnes igitur aves et omnes nubes viderentur moveri versus occidentem.

Conclusio secunda. Quaelibet pars terrae movetur continue localiter, patet. Nam continue pars arida terrae radio Solari calefit, rarefit et levificatur, et multae particulae terrae et etiam aquae de parte arida deportantur in fluminibus in mare magnum. Unde tunc pars terrae aquis cooperta gravior fit, quae etiam aquae frigiditate condensatur et gravificatur, oportet igitur ut illa pellat aliam sursum tam diu, donec centrum gravitatis totius fiat medium mundi, ad quod sequitur quamlibet terrae portionem continue localiter moveri.

Correlarium. Non semper eadem pars terrae manet medium mundi, sed fit alia et successive.

Correlarium. Stat longo temporis successu, supposita perpetuitate mundi, partem terrae quae quandoque fuit in centro mundi, venire ad superficiem et e contra. Inde habetur magnorum montium et scopulorum, partes enim terrae minus tenaces per pluvia asportantur, et manent partes terrae

tenaciores quae successive radiis Solaribus coquuntur et duriciem majorem accipiunt. Hujusmodi terrae asportationem si quis nolet credere, videat radices arborum antiquarum in sylvis, videbit enim eas jam terrae supereminentes, quas tamen quondam in terra conditas esse oportuit. Sic patet qualiter intelligatur terram esse immobilem, id est non movetur circulariter circa centrum suum, ut Sphaerae. Etiam ipsa non est ita in continua mutatione locali, propter sui gravitatem sicut caetera elementa, quae leviora sunt et faciliter agitari possunt et moveri. Ad rationem negandum, quod omnia possint salvari. Nam per hoc non possunt salvari. Conjunctiones et Oppositiones planetarum et diversitates motuum eorum. Sed neque salvari potest, quod videmus aves et nubes quandoque moveri versus orientem, imo oporteret eas moveri semper versus occidentem. Sic terrae rotunditatem ac immobilitatem (quae centrum mundi) hoc est omnium elementorum et sphaerorum existit, sine ulla distinctione circulorum expressimus. Nunc de circulis Sphaerae, qui et ipsi in globo terrae quemadmodum et in coelo imaginantur, dicendum venit et primo de axe mundi.

Hier ist offenbar nur von einer Axendrehung der Erde, keineswegs aber von einer Bewegung der Erde um die Sonne die Rede. Das würde schon daraus erhellen, dass der bewegten Erde nicht die ruhende Sonne, sondern der ruhende Himmel entgegengesetzt wird, wenn die fragliche Bewegung auch nicht ausdrücklich und wiederholt als eine Umdrehung der Erde um ihr Centrum und um ihre Pole bezeichnet würde. Die Idee einer Bewegung der Erde um die Sonne ist dem Regiomontan nie in den Sinn gekommen. Dass er die Möglichkeit einer Axendrehung der Erde erwog, lag für ihn sehr nahe, da Aristoteles und Ptolemäus bereits diese Frage erörtert hatten. Aber weit da-

von entfernt, die Rotation der Erde zu behaupten, leugnet er gerade dieselbe, und zwar aus denselben Gründen, aus welchen schon Aristoteles und Ptolemäus diese Ansicht verworfen hatten. Johann Schoner beschuldigt sogar mit spöttischer Verachtung die Alten (ohne Zweifel den Hiketas und Aristarch von Samos), die eine Umdrehung der Erdkugel annahmen, sie hätten die Erde „wie an einem Bratenwender" umgedreht, damit sie von der Sonne könne „gebraten" werden. Dieser steife Glaube an die Wahrheit des Aristoteles und Ptolemäus findet sich in einem Werke, das nur zehn Jahre vor dem des Kopernikus erschien und bei einem Manne, der später selbst die Hand zur Veröffentlichung des kopernikanischen Weltsystems bot. Es ist nicht wahrscheinlich, dass die Schrift Schoner's dem Kopernikus, von dem Rheticus erzählt, dass er nur wenig Bücher besass, jemals zu Gesicht gekommen, auch waren seine Untersuchungen, als sie erschien, schon zum völligen Abschluss gediehen.

Das Bestreben, dem Regiomontanus schon Ideen unterzuschieben, welche ohnstreitig erst dem Kopernikus angehören, ist vielleicht aus einer natürlichen Täuschung entsprungen. Wenn man von einem grossen Astronomen hört, ist man gewohnt, sich einen Mann vorzustellen, der durch neue Entdeckungen am Himmel oder in der Theorie die Wissenschaft erweitert hat. Man muss gestehen, dass die Sternkunde dem Regiomontan keinen neuen Zuwachs der Art verdankt. Allein darnach dürfen wir seine wahre Grösse auch nicht schätzen. Wir müssen bedenken, dass dieser Mann nicht etwa nur in der Geschichte der Astronomie, sondern vielmehr noch in der Culturgeschichte des deutschen Volkes überhaupt eine bedeutende Stelle einnimmt.

Durch Peurbach und Regiomontan tauchte die Kenntniss der Bewegung der Himmelskörper, welche die Astronomen zu Alexandria erlangt hatten, wieder auf und welche bis dahin fast gänzlich verloren gegangen war bis auf einige nothdürftige mathematische Vorstellungen von der Himmelskugel. Die mathematischen und astronomischen Denkmäler der Vorwelt stiegen nach einer langen Nacht der Barbarei auf den Ruf dieser beiden Männer wieder aus ihren Gräbern empor und die Sternkunde ging bereichert durch neue Beobachtungen und neue Tafelwerke und erläutert durch Commentare und fasslichere Lehrbücher in die Hände einer lernbegierigen Nachwelt über.

Eine alte indische Erfindung, voll Einfachheit und Scharfsinn, die den Griechen und Römern fehlte und sich in den Abendlanden vorfand, kam dem Studium und der Fortbildung der Sternkunde erleichternd zu Hilfe. Unser heutiges Ziffernsystem wurde zuerst an der Südspitze Ostindiens, in der Tamulischen Academie der Wissenschaften zu Madhura, die einst in dem alten, so berühmten Pandions-Reich blühte, erfunden*) und im 8. Jahrhundert unter dem Khalif Al Mansur durch Araber nach Spanien zu den Europäern gebracht. So unscheinbar uns auch heut zu Tage diese Erfindung vorkommen mag, die Ziffern, statt der Buchstaben, nach ihrem Werth im Decimalsystem geordnet anzuwenden, weil sie uns zur täglichen Gewohnheit geworden ist, so darf man doch nicht vergessen, dass es durch deren Handhabung erst einem J. Napier möglich wurde die Logarithmen zu er-

*) Ueber dies einst so blühende Collegium und das schon dem Ptolemäus und Arrian unter dem Namen *Regnum Pandionis* bekannte Culturgebiet in Süd-Dekan s. Johnston's interessanten Bericht in Carl Ritter's Erdkunde, sechster Theil, S. 420—425.

finden, einem Keppler die Planetenbahnen zu berechnen, einem Newton das Attractionsgesetz, einem Laplace die Mechanik des Himmels. Ohne dieses wichtige Instrument der Wissenschaft und des Lebens hätte weder Regiomontanus seine Ephemeriden berechnen, noch Columbus seine Schiffsrechnung führen können. Im Besitz desselben besassen Peurbach und Regiomontanus eine Ueberlegenheit über Hipparch und Ptolemäus.

Nach dem Vorgange jener beiden Heroen blühte das Studium der Astronomie auch auf den deutschen Universitäten auf. In Tübingen lehrte Mathematik und Astronomie Johann Stoffler, der Lehrer von Sebastian Münster und Philipp Melanchthon, in Wien Stabius, Stiborius, Collimitius. Aber auf keiner Universität stand das Studium der Mathematik und Astronomie in höherem Flor, als auf der Schule zu Krakau, die damals viel von Deutschen besucht ward. Besonders in der Astronomie übertraf das Gymnasium zu Krakau alle übrigen Schulen Deutschlands *). Diese Wissenschaft las Albert Brudler (Brudzewsky), der Lehrer des Kopernikus. Doch alle diese Schulen wurden durch den überlegenen Ruhm einer Stadt verdunkelt. Nürnberg behauptete noch immer den Vorrang der Bildung unter allen deutschen Städten. Generationen hindurch erhielt sich in dieser betriebsamen, von kunstreicher Industrie belebten Stadt der Sinn und der rege Eifer für die Beförderung der Sternkunde. Dies ist um so auffallender, wenn man bedenkt, dass Nürn-

*) Hartmann Schedel sagt in seiner Chronik ad ann. 1493: *Cracovia ingens est et celebre gymnasium, multis clarissimis doctissimisque viris pollens, ubi plurimae ingenuae artes recitantur. Studium eloquentiae, poetices, philosophiae ac physices, astronomiae tamen studium maxime viret. Nec in tota Germania, ut et multorum relatione satis mihi cognitum est, illo clarius reperitur.*



berg weder eine Universität besass, noch eine Seestadt war. Es war kein unmittelbares Bedürfniss des Lebens, was den Sinn für diese Wissenschaft nährte, sondern es war Regiomontanus' Geist, der auch nach seinem Tode noch fortwirkte und dieser Stadt die Bahn vorzeichnete, die sie in Wissenschaft und Kunst einzuschlagen habe. Noch 30 Jahre nach seinem Tode sah man die Sternwarte in der Rosengasse in vollem Gange, als hätte sie der Meister selbst geleitet. Als sie endlich verfiel, traten, durch sie hervorgerufen, andere an deren Stelle. Wie mit verschwenderischer Schöpferkraft brachte von da an Nürnberg jene lange Reihe von Mathematikern hervor, die mit ihm beginnend ununterbrochen durch mehrere Jahrhunderte fortläuft und erst mit dem grossen Tobias Mayer endigt. Vom Papst und von Königen hoch geehrt, von der gelehrten Welt bewundert, von kunstfertigen Meistern zu Rathe gezogen, war Regiomontanus schon während seines Lebens der Stolz und die Zierde dieser Stadt gewesen. Sein ruhmgekröntes Andenken lebte in der Erinnerung seiner dankbaren Mitbürger fort. Er, der gewandte Meister in der Wissenschaft und in allerlei Künsten, hatte unvermerkt dem Gewerbfleiss der Bürger das Gepräge seines Geistes aufgedrückt und ihm jene mathematische und mechanische Kunstfertigkeit gegeben, die nicht leicht ihres Gleichen in Deutschland wieder gefunden hat. Sein Beispiel flösste den höheren Ständen der Stadt Sinn und Achtung für die mathematischen Wissenschaften ein und spornte junge, aufstrebende Talente zur Nacheiferung an. Selbst Albrecht Dürer's Genie hatte sich unter seinem Einfluss entwickelt. Ohne ihn würde dieser grosse Künstler nicht darauf geführt worden seyn, über die Gesetze der Perspective und die mathematischen Ver-

hältnisse des menschlichen Körpers nachzudenken. Endlich darf man neben dem, was er that, auch das nicht verschweigen, was er noch zu thun hinterliess. Regiomontanus starb auf der Mitte seiner Laufbahn. Er hinterliess reiche Schätze des Alterthums, Schätze, die noch nicht durch den Druck vervielfältigt und die in dieser Vollständigkeit in Deutschland und vielleicht auch ausser Deutschland nirgendwo anzutreffen waren. Diese Schätze lagen noch immer ungehoben in Nürnberg. Hier quoll also der reiche Born mathematischen und astronomischen Wissens. Aus dieser Quelle musste schöpfen, wer tiefer in die Geheimnisse der Geometrie und Astronomie einzudringen suchte. Ruhm und Verdienst winkte dem entgegen, dem etwas von diesen annoch verborgenen Schätzen an das Licht zu fördern vergönnt war. Einheimische Mathematiker zehrten lange noch von den Früchten, die sein Fleiss gesammelt und sein Talent getragen hatte, fremde Mathematiker wurden von ihnen angelockt. Dem Bilde des wissenschaftlichen und literarischen Lebens, das sich jetzt hier entfaltete, würde die Anschaulichkeit fehlen, wollten wir nur bei der Betrachtung des Ganzen stehen bleiben, ohne zugleich auch einen Blick auf die einzelnen hervorragenden Individualitäten zu werfen. Zuerst begegnen uns zwei Zeitgenossen und unmittelbare Schüler des Regiomontanus: Bernhard Walther und Martin Behaim, beide aus patrizischem Geschlecht.

Der Name Bernhard Walther's ist mit dem Namen des Regiomontanus verschwistert. Wahrscheinlich sechs Jahre älter, als sein Lehrer in der Sternkunde, überlebte er denselben noch um 30 Jahre *). Diese dreissig Jahre

*) Doppelmayr setzt seine Geburt um 1430 zu Nürnberg; er starb Ende Mai 1504.



kann man gewissermaassen als eine Verlängerung von Regiomontan's Leben nach einer Richtung hin betrachten. Denn wenn Walther auch nicht den vielseitigen Geist und die mannigfaltigen Kenntnisse seines dahingeschiedenen Freundes besass, so war er doch ohne Widerrede der ausgezeichnetste astronomische Beobachter seines Zeitalters und nach Regiomontan's Tode das Haupt und Orakel der damaligen Astronomen. Seine Beobachtungen, die einen Zeitraum von 30 Jahren umfassen, wurden wegen ihrer Vollständigkeit und Genauigkeit geschätzt und vielfach benutzt. Kopernikus gründete auf sie seine Theorie des Merkur und Tycho de Brahe verglich seine Beobachtungen mit denen Walther's, als er die Theorie der Sonne bearbeitete. Wie vertraut der Genosse des Regiomontanus mit den Bedürfnissen und Feinheiten der praktischen Astronomie war, ersieht man daraus, dass er bei Vergleichung der Fixsternörter mit dem jezeitigen Sonnenorte als Hilfsmittel der Vergleichung die Venus dem Monde vorzog, wie es auch später Tycho de Brahe that, und dass er zuerst die Wirkung der astronomischen Strahlenbrechung bemerkte. „Am Horizont,“ sagt er, „erscheinen die Gestirne wegen des gebrochenen Lichtstrahls noch über dem Horizonte, wenn sie in der That schon unter demselben stehen, was ich vermittelst der Armillarsphäre häufig wahrgenommen habe.“ Nach dem unerwarteten Tode seines Freundes scheint er sich einer Art mürrischen Trübsinns überlassen zu haben. Er hatte von Regiomontan's Erben dessen schöne Bibliothek angekauft, aber er verschloss dieselbe mit so ängstlicher Sorgfalt, dass ihn Johann Werner der Unfreundlichkeit und Härte beschuldigt. Die Druckerei hatte er eingehen lassen oder verkauft und das von Regiomontan begonnene grossartige

Unternehmen der Herausgabe der alten Mathematiker gerieth in's Stocken, nachdem es kaum seinen Anfang genommen hatte. Seine Hinterlassenen waren schlechte Haushalter seines Erbes. Die kostbare Bibliothek und die reichen Sammlungen von Instrumenten wurden durch sie verschleudert und kamen in Gefahr verloren zu gehen. Einzelnes, wie die Trigonometrie des Regiomontanus, rettete Pirkheimer mit grossen Kosten. Den Rest kaufte der Magistrat an sich und übergab ihn Johann Schoner mit dem Auftrage, die Manuskripte drucken zu lassen. Unter diesen spärlichen Ueberresten einer einst so reichen und in der ganzen damaligen Welt einzigen Sammlung befanden sich glücklicherweise noch die Beobachtungen des Regiomontan und Walther, wohl verwahrt in einer Kapsel, die Johann Schoner 1544 in Nürnberg drucken liess und die, weil sie schon damals selten waren, 1618 Willebrod Snellius seinen zu Leyden herausgegebenen *Observationibus Hassiacis* wiederum beifügte.

Wenn Bernhard Walther das Studium der Astronomie zunächst an seine Vaterstadt fesselte, so trug Martin Behaim die Kenntniss dieser Wissenschaft zu den seefahrenden Nationen. Dieser merkwürdige Mann ist eine von den grossen leitenden Persönlichkeiten bei den kühnen Seeunternehmungen der Portugiesen. Sein vielbewegtes, früher durch Sage und Täuschung mit einem gewissen Dunkel umgebenes Leben ist erst durch seinen Landsmann von Murr vollständig aufgeklärt worden *). Wahrscheinlich 1436 zu Nürnberg geboren, finden wir ihn 1457 auf einer Reise wegen des Tuchhandels nach Venedig.

*) von Murr, Diplomatische Geschichte des Portugies. berühmten Ritters Martin Behaim. 1778. 2. Ausg. 1801.

Hierauf lebt er zu Nürnberg gleichzeitig mit Regiomontanus *). 1477—79 befindet er sich auf einer Reise nach Mecheln, Antwerpen und Wien, wiederum in Tuchgeschäften. Von 1480—1484 hält er sich in Portugal auf, während Columbus daselbst weilt. In den Jahren 1484 und 1485 begleitet er den Diego Cam als Steuermann und Kosmograph auf seiner neunzehnmonatlichen Seefahrt nach der Mündung des Congoflusses. Er heirathet 1486 zu Fayal, in der Gruppe der Azoren, die Tochter des flamändischen Ritters Jobst von Hürter, des Statthalters jener Insel, und lebt daselbst in dem Hause seines Schwiegervaters bis 1490. Von 1491—93 finden wir ihn wieder in Nürnberg, bei seinem Vetter, dem Rathsherrn Michael Behaim in der Zistelgasse, wo er 1492 die Weltkugel fertigt, die als ein historisches Denkmal der geographischen Kenntnisse jener Zeit so merkwürdig geworden ist, in demselben Jahre, da Columbus seine erste Fahrt nach Amerika unternimmt. 1494 durchreist er Flandern und Frankreich und kehrt noch in demselben Jahre nach der Insel Fayal zurück, wo er „Haus hält". Er geht nach Lissabon und stirbt daselbst am 29. Juli 1506.

Martin Behaim knüpfte das Band zwischen der Sternkunde der Deutschen und der Nautik der Spanier und

*) Es ist wahrscheinlich, dass in dem angegebenen Zeitraum Nürnberg sein wesentlicher Wohnort war. „Selbst wenn man annehmen wollte, dass Behaim in dieser Zeit nur zufällig in seiner Geburtsstadt gewohnt habe, würde es doch im höchsten Grade wahrscheinlich seyn, dass er, wenn auch nicht aus dem Unterrichte und näheren Umgange mit seinem Landsmann Regiomontanus, doch aus dessen Schriften Belehrung geschöpft habe." Humboldt, Kritische Unters. über die historische Entwickelung der geograph. Kenntnisse von der Neuen Welt. Bd. 1. S. 233.

Portugiesen. Ihm verdanken wahrscheinlich Bartholomäus Diaz, Columbus und Vasco de Gama die Bekanntschaft mit den Ephemeriden des Regiomontanus. Seit seinem Auftreten in Portugal zeigt sich auf der portugiesischen und spanischen Marine das lebhafte Bestreben, die Kunst nach den Sternen zu schiffen, auf wissenschaftliche Regeln zurückzuführen. Erst von da an datirt sich die wissenschaftliche Ausbildung der Nautik. Die Steuermannskunst der Früheren beruhte auf überlieferter Erfahrung und erworbener Uebung. Die Piloten waren in Unwissenheit über ihren Ort zur See, wenn sie die Küste einige Tage aus dem Auge verloren hatten. Erst die aufblühende nautische Astronomie gewährte dem Seefahrer die Mittel, in die offene See zu stechen und fern von den Küsten ohne den Anblick eines irdischen Merkzeichens seinen Ort auf der Erdkugel zu finden.

Die Entwickelung der portugiesischen und spanischen Schifffahrt beginnt schon im 13. Jahrhundert. Von dieser Epoche an findet sich der Gebrauch der Magnetnadel in Spanien, Frankreich, Italien und unter den übrigen Nationen, welche Theil genommen hatten an den Kreuzzügen nach Asien. Es kann seyn, dass diese bewundernswürdige Erfindung aus China durch die Araber gebracht wurde, die das rothe Meer, den persischen Meerbusen und das indische Meer durchschifften. Ihre Vervollkommnung wurde erst eingeführt mit der Construction der Boussole durch Flavio Gioja von Amalfi, einem neapolitanischen Hafenorte, und es ist wahrscheinlich, dass das Vertrauen, welches dieses Instrument einflösste, den Catalonier Jaime Ferrer ermuthigte, die Küste von Afrika bis an den Goldfluss zu beschiffen.

Zu Ende des 14. Jahrhunderts wurden die canari-

schen Inseln entdeckt und der Krone von Spanien unterworfen. Der Infant Don Heinrich von Portugal beförderte die Fortschritte der nautischen Wissenschaften. Er gründete eine Academie zu Sagres für diese Wissenschaften. Der Präsident derselben war der gelehrte Meister Jaime von Majorka. Das Resultat dieser Bestrebungen war eine Vervollkommnung in der Kunst der Chartenzeichnung. Seecharten waren bei den Majorkanern und Cataloniern schon vor dem Jahre 1286 im Gebrauch. Die Insel Majorka war seit dem 13. Jahrhundert der Mittelpunkt aller wissenschaftlichen Kenntnisse in der schwierigen Kunst des Seefahrers geworden. Von hier aus verbreiteten sich die Kenntnisse, die ursprünglich von den Arabern entlehnt waren, zu den Anwohnern des mittelländischen Meeresbeckens. Durch die Bemühungen des Infanten Don Heinrich, Herzogs von Viseo, wurden diese Kenntnisse nach der pyrenäischen Halbinsel verpflanzt. Von da an beginnt die Reihe der grossen portugiesischen Entdeckungen, die von Einem Plane geleitet wurden, der auf die Idee der Möglichkeit der Umschiffung Afrikas gegründet war.

Die Langsamkeit, mit der die Entdeckungen auf der Küste von Afrika vorwärts gingen, und die Irrthümer, denen die Schätzung zur See ausgesetzt war, bestimmten den König Johann II. von Portugal zu neuen Anstrengungen, um die Schifffahrtskunst weiter zu bringen. Er setzte eine Kommission nieder mit dem Auftrage, eine Methode anzugeben, nach Sonnenhöhen zu schiffen *(maneira de navegar por altura do sol)*. Diese Kommission bestand aus den beiden Aerzten des Königs, Meister Rodrigo und Meister Joseph, letzterer jüdischer Abkunft, und dem Ritter Martin Behaim. Der berühmte portugie-

sische Geschichtsschreiber Barros bezeugt*), dass Martin Behaim sich rühmte, ein Schüler des Regiomontanus in der Astronomie zu seyn, und ohne Zweifel trug dieser Umstand wesentlich dazu bei, seinen Ruf in der Kosmographie so schnell in Portugal neben dem so vieler anderer Männer zu begründen, welche sich mit der Vervollkommnung der Schifffahrtskunde beschäftigten. Bei dieser Gelegenheit construirte Behaim sein Astrolabium, ein Instrument, das geeignet war zur Bestimmung der Zeit und der Polhöhe am Bord des Schiffes und das vielleicht nur eine vereinfachte Nachahmung des Meteoroskops von Regiomontanus war.

Die von dem König niedergesetzte Kommission verfertigte auch Declinationstafeln der Sonne. Die beiden Aerzte Maestre Rodrigo und Maestre Josef waren, wahrscheinlich vor ihrer Berufung zu dieser Junta, von Diego Ortiz, Bischof von Ceuta, beauftragt worden, den Plan des Columbus, Indien auf dem Wege nach Westen zu suchen, zu prüfen, welchen Plan sie als etwas Fabelhaftes behandelten. Alexander von Humboldt vermuthet, dass jener Rodrigo der Astronom Ruy oder Rodrigo Faleiro sey. Dieser Faleiro oder Falero besass nach der Sage der Portugiesen „einen *Spiritus familiaris*, der ihm die Geheimnisse der Kosmographie offenbarte, obwohl er selbst nichts wusste“ **). Er lehrte den Magellan, mit dem er nach Spanien kam, Methoden der Längenbestimmung, aber er wollte sich nicht mit ihm einschiffen, weil er in den Sternen gelesen hatte, dass der Astronom im Verlauf der

*) Barros, Da Asia, nova edição. Lisboa 1778. Dec. I. liv. 4. c. 2. p. 282.

**) Herrera, Dec. II. lib. II. cap. 19. Tom. I. p. 293.

Reise umkommen würde, was in der That in der Person des Astronomen und berühmten *piloto mayor* aus Sevilla, Andres de San-Martin, der an seine Stelle trat und auf der Insel Zebu ermordet wurde, in Erfüllung ging. Der Oberpilot Andres de San-Martin gebrauchte auf der Reise des Magellan zur Auffindung der Meereslänge eine Methode, die der Baccalaureus Ruy Falero in seinem *Regimiento* angegeben hatte; er beobachtete die Entfernungen der Sonne vom Monde und andern Planeten, sowie die Finsternisse und Conjunctionen, und bediente sich zur Vergleichung der Tafeln des Zacut*) und der Ephemeriden von Regiomontanus. Es ist leicht möglich, dass der *Spiritus familiaris*, der dem Ruy Falero diese Methode eingegeben hat, Niemand anders als Martin Behaim gewesen ist**). Bei der Aufzählung der Thatsachen, welche

*) Abraham Zacut war Astrolog bei dem König Emanuel von Portugal. Sein *Almanach perpetuum omnium coeli motuum* erschien 1502 zu Venedig.

**) S. Alexander von Humboldt, Kritische Untersuchungen über die historische Entwickelung der geographischen Kenntnisse von der Neuen Welt. Aus dem Französischen übersetzt von Ideler. Bd. 1. S. 234. Anm. Zwischen dem Zeitpunkte, da Rodrigo Falero, die Identität der Person vorausgesetzt, Mitglied jener Kommission war (1484), und dem Zeitpunkte, da er Magellan mit seinem Rath unterstützte (1517), liegt ein Zeitraum von 33 Jahren. Nimmt man auch an, dass der Leibarzt des Königs von Portugal das dreissigste Jahr seines Lebens noch nicht erreicht hatte, als er mit Martin Behaim zusammen arbeitete, so müsste er doch, als er nach den Reisen von Columbus und Gama unter vielleicht absichtlich verändertem Namen mit Magellan in Spanien erschien, schon den Sechzigen nahe gewesen seyn. Behaim war, als er sein Astrolabium erfand, wahrscheinlich 48 Jahre alt. Man darf wohl annehmen, dass seine beiden Mitarbeiter mancherlei Neues in der Kosmographie von ihm erfuhren. Ruy Falero erscheint in der im Text angeführten portugiesischen Sage als ein unwissender Mensch, der seine kosmographischen Einsichten nicht aus

die Entwickelung und Verbreitung der Sternkunde begünstigt haben, darf man nicht ausser Acht lassen, dass das erste Aufblühen dieser Wissenschaft in Deutschland nur kurze Zeit den grossen geographischen Entdeckungsreisen der Spanier und Portugiesen voranging. Dieser Umstand hatte die Anwendung der Astronomie auf die Nautik zur Folge, eine Anwendung, von der die griechischen Mathematiker zu Athen und Alexandria noch keine Ahnung hatten und die von da an beide Wissenschaften in einer glücklichen Wechselwirkung mit einander erhielt. Wenn die Kunst, nach den Sternen zu sehen, bisher nur den zweifelhaften Dienst geleistet hatte, ein nichtiges Horoskop zu stellen, so bot sie von nun an der menschlichen Gesellschaft andere, reellere und unbestreitbare Vortheile dar: sie zeigte auf der Wasserwüste dem Schiffer den Weg, der von einem Welttheil zum andern führt. Die Arbeiten der Junta, deren Mitglied Martin Behaim war, können als die ersten Anfänge der nautischen Astronomie betrachtet werden. Von da an datiren sich die grossen Fortschritte der Schifffahrt, die erweiterte Kenntniss der Meeresströme, der Winde, der Klippen, der Nautik und der Hydrographie.

Von dem Westende Europas, dem Ausgangspunkte der grossen geographischen Entdeckungen, müssen wir unsern Blick wieder rückwärts nach dem Herzen des Welt-

---

seinem eigenen Geiste, sondern aus einer fremden Quelle schöpfte, die er wahrscheinlich geflissentlich mit einem gewissen Dunkel umgab. Seine Methode der Längenbestimmung, von der ich weiter unten ein Beispiel geben werde, ist dieselbe, der sich auch Amerigo Vespucci bediente. Es ist überwiegend wahrscheinlich, dass die Kenntniss dieser Methode zugleich mit den Ephemeriden des Regiomontanus durch Martin Behaim nach der iberischen Halbinsel gekommen ist.

theils, auf die Vaterstadt des portugiesischen Ritters Behaim, den Stammsitz der mathematischen Wissenschaften wenden. Hier war indess ein jüngeres Geschlecht an die Stelle des früheren getreten, dessen belebender Mittelpunkt Wilibald Pirkheimer war.

Wilibald Pirkheimer, dessen Name nicht nur in Nürnberg, sondern in dem ganzen deutschen Vaterlande einen guten Klang hat, ist aus der Geschichte der Reformation hinreichend bekannt. Er stammte aus einer der reichsten und angesehensten Patrizierfamilien Nürnbergs. Sein Vater hatte ihm eine äusserst sorgfältige Erziehung gegeben. Den 5. December 1470 geboren, machte er seine Studien zu Padua und Pavia und liess sich 1495 in der Stadt seiner Väter nieder, wo er schon im folgenden Jahre Rathsherr wurde, in welcher Stellung er bis an seinen Tod verblieb. Er starb den 22. December 1530, 60 Jahre alt. Pirkheimer war einer der einflussreichsten und bedeutendsten Männer im Zeitalter der Reformation. Er war zugleich Soldat, Diplomat, Mitglied der Regierung einer der ersten Reichsstädte, kaiserlicher Rath, Mäcen der Wissenschaften und Künste und ein Gelehrter, der an Umfang seiner Kenntnisse und Vielseitigkeit seiner Thätigkeit vielleicht nur mit Leibnitz verglichen werden kann. Er stand im Briefwechsel fast mit allen berühmten Männern seines Zeitalters. Er befehligte 1499 unter Kaiser Maximilian I. in dem Kriege gegen die Schweizer mit Ruhm und Ehren die Hilfstruppen des Reichs. Er war, noch ehe Luther's kühner und unbändiger Geist zum völligen Bruch mit der römischen Hierarchie trieb, einer der hauptsächlichsten Leiter der grossen reformatorischen Kirchenbewegung. Neben seinen vielfachen Geschäften, bei seinen ausgebreiteten gesellschaftlichen Verbindungen und Verpflichtungen

war er zugleich publicistischer und wissenschaftlicher Schriftsteller. Mit grossem Kostenaufwand kaufte er griechische und lateinische Manuskripte zusammen, für deren Herausgabe er Sorge trug. So verdankt man ihm unter andern die Erhaltung der Trigonometrie des Regiomontanus. Aber nicht durch seine schriftstellerische Thätigkeit allein, sondern vielmehr noch durch seine imponirende Persönlichkeit wirkte Pirkheimer mächtig auf sein Zeitalter ein. Seine geistreiche und fesselnde Unterhaltung, sein feines Benehmen, die Anmuth seines ganzen Wesens, das einen leichten Anflug italienischer Manieren an sich trug, bezauberte Alle, die in seine Nähe kamen. In seinem Hause entfaltete er alle Pracht und allen Luxus des reichen nürnberger Patriziers. Seine kostbare Bibliothek, die an Reichthum gedruckter Bücher und Manuskripte damals ohne Gleichen war, wurde von Fremden bewundert und von Einheimischen fleissig benutzt. Ohngefähr seit dem Jahre 1500 war sein Haus der Sammelplatz der Gelehrten und Künstler Nürnbergs *). Hier fanden sich Albrecht Dürer, Johann Werner, Johann Cochläus, Thomas Venatorius, Joachim Camerarius, Johann Schoner, Andreas Osiander, Benedikt Chelidonius und Eobanus Hessus zusammen. Hier kehrten Conrad Celtes, Ulrich von Hutten, Philipp Melanchthon und andere berühmte Männer gastlich ein. Hier wurden die Fragen der Zeit, die Interessen des Staats und der Religion, die Fortschritte der Literatur, die Aufgaben der Wissenschaft, die Leistungen der Kunst besprochen. Hier schöpften aus dem gegenseitigen Umgang Künstler und Gelehrte Belehrung und empfingen den Impuls zu neuen Arbeiten. Von hier

*) Conrad Celtes nannte Pirkheimer's Haus ein *Hospitium Literatorum* und *Diversorium Literarium*. Luther nannte es „das Auge und Ohr Deutschlands."

aus verbreitete sich wie ein belebender Hauch wissenschaftliche Bildung und Kunstsinn über ganz Deutschland hin. Zu derselben Zeit, da dieser gelehrte Zirkel sich bei Pirkheimer versammelte, fanden in Deutschland grosse politische und religiöse Bewegungen statt. Diese waren begleitet von merkwürdigen Veränderungen im Culturzustande der Völker. Mit dem Anfange des 16. Jahrhunderts brach die Morgenröthe eines neuen Tages an. Dies war die Wirkung von dem glücklichen Zusammentreffen zweier Ereignisse: der Wiedererweckung der Wissenschaften und der Erfindung der Buchdruckerkunst. Die humanistischen Studien, und von diesen waren die mathematischen damals noch nicht ausgeschlossen, standen auf ihrem Höhepunkt. Die wissenschaftliche sowie die Volksliteratur war reich und ergiebig. Die Neuheit des Bücherdrucks erzeugte eine förmliche Lesewuth. Das Streben nach Bildung und freisinnigeren Institutionen ging bald durch alle Schichten der Bevölkerung. Die Fürsten und freien Reichsstädte wetteiferten in der Beförderung der Wissenschaften. Nürnberg blieb hinter den andern Städten Deutschlands nicht zurück. Auf die Bitte des Magistrats der Stadt errichtete hier Philipp Melanchthon, der Lehrer Germaniens, wie man ihn nannte, 1526 ein Gymnasium und eine Art öffentlicher Akademie (*Auditorium publicum*). An diese combinirte Anstalt berief er junge vielversprechende Talente. Das Directorium verlieh er dem nachher so berühmten Philologen Camerarius, die Professur der Mathematik an Johann Schoner. An allen diesen Vorgängen nahm Pirkheimer thätigen Antheil.

Unter den Mathematikern, die sich Pirkheimer's besonderen Schutzes erfreuten und seine reiche Bibliothek benutzen durften, steht Johann Werner (geb. 1468, gest.

1528) oben an. Werner hatte sich den Regiomontan zu seinem Vorbilde gewählt und strebte diesem nicht unrühmlich nach. Nach einem fünfjährigen Aufenthalte (von 1493 bis 1498) in Rom lebte er als Prediger in seiner Vaterstadt. Er war ein guter Himmelsbeobachter und besonders ein vorzüglicher Geometer, der, was zu seiner Zeit etwas Ungewöhnliches war, auch eine tiefere Einsicht in die höhere Geometrie besass. Er schrieb unter Anderem über die Kegelschnitte und nach Anleitung seines Freundes Stabius in Wien über die geographischen Projectionen.

Neben Werner muss Johann Schoner genannt werden, der, 1477 zu Karlstadt in Franken geboren und in den mathematischen Wissenschaften zu Nürnberg sorgfältig unterrichtet, auf den Rath Melanchthon's sein Predigtamt in Bamberg aufgab und als Lehrer der Mathematik nach Nürnberg ging. Er schrieb ein zu seiner Zeit sehr geschätztes Lehrbuch der Astrologie *) und stellte Nativitäten. Ein grösseres Verdienst um die Wissenschaft erwarb er sich aber durch die Herausgabe von Regiomontan's hinterlassenen Schriften und durch seine eigenen geographischen Werke. Seit Karl V. die deutsche Kaiserkrone trug, war die Kunde von den grossen geographischen Entdeckungen der Spanier und Portugiesen auch nach Deutschland gedrungen. Das *Opusculum geographicum* von Schoner ist für die Geschichte der Entwickelung der geographischen Kenntnisse jetzt noch merkwürdig als eine Abspiegelung des kosmographischen Systems, das die neue Erweiterung der Erdkunde noch mit der alten Geographie des Ptolemäus verband. Schoner starb zu Nürnberg 1547 an seinem Geburtstage (den 16. Januar).

*) De Judiciis Nativitatum. Nor. 1545.

Als Mathematiker zweiten Ranges lebten damals in Nürnberg Conrad Heinfogel (1470—1530), der dem Johann Werner bei Herausgabe einiger geographischer Werke hülfreich an die Hand ging, nach den Vorschriften des Stabius eine Sterncharte entwarf, für welche Albrecht Dürer die Figuren zeichnete, und die Sphärik des Sacrobosco *(John of Halifax)* mit oft seltsamer Uebertragung der astronomischen Kunstausdrücke ins Deutsche übersetzte; ferner Schoner's Schüler Thomas Venatorius (Gechauf oder Jäger, 1490—1551), den Mathematikern durch die Herausgabe der Werke des Archimedes und den Theologen durch den rühmlichen, aber misslungenen Versuch bekannt, die Ethik aus den Fesseln der Dogmatik zu befreien; endlich der Prediger Georg Hartmann, der als mechanischer Künstler berühmt war und der sich besonders mit dem Studium der Gnomonik und Perspective beschäftigte.

Um dieselbe Zeit lehrte an der Universität zu Ingolstadt die mathematischen Wissenschaften Peter Apianus (Bienewitz) aus Leisnig in Sachsen, ein Mann, dessen Name bei der Aufzählung der Astronomen und Kosmographen dieses Zeitraums nicht ungenannt bleiben darf. Sein *Astronomicum Caesareum* ist gewissermaassen der Schwanengesang des ptolemäischen Weltsystems. Es stellt die langsame Bewegung des Fixsternenhimmels in der Ebene der Ekliptik, den Lauf von Sonne und Mond, die epicyklische Bewegung der Planeten ohne Rechnung durch einen eigenthümlichen Mechanismus drehbarer papierener Scheiben von verschiedener Farbe dar. Hat man für irgend einen bestimmten Zeitpunkt den Deferenten, den Aequanten und den Epicykel eines Planeten richtig gestellt, so braucht man nur einen im Mittelpunkte der Welt befestigten Faden durch das Bild des Planeten zu spannen, um seinen

Ort im Thierkreis, d. i. seine geocentrische Länge zu finden. Die Theorie des Merkur ist auch hier künstlicher, als die jedes andern Planeten. Das Centrum seines Deferenten bewegt sich auf der Peripherie eines kleinen Kreises. Um für denselben Zeitpunkt die geocentrische Breite zu finden, dient für jeden Planeten ein besonderes Blatt mit kunstvoll gewundenen, spiralförmig gekrümmten Linien. Entsprächen die Drehungen dieser farbigen Scheiben genau dem Laufe des Himmels, so könnte man zu Lande wie zur See jederzeit den Stand der Gestirne ohne astronomische Rechnung bloss durch einen einfachen Mechanismus finden. Selbst Keppler bewundert den Scharfsinn und Fleiss des Apianus, aber er kann nicht umhin die Mühe zu bedauern *(miserabilem industriam)*, die so nutzlos verschwendet ist. Obschon die Sache selbst keine Genauigkeit giebt, so wird dieses grosse und wahrhaft „kaiserliche Werk" doch stets ein merkwürdiges historisches Denkmal bleiben und es ist wegen seiner prachtvollen und kunstvollen Ausführung noch heutigen Tages Zierde einer Bibliothek. Apian war ein Schützling Karl's V. und unter den deutschen Sternkundigen der einzige, der mit dem Kaiser in persönlicher Verbindung stand. Der Kaiser war nicht ohne Theilnahme für die Fortschritte der mathematischen Wissenschaften in Deutschland, aber seine romanische Bildung und die Zeitverhältnisse hielten ihn fern von den Gelehrten des protestantischen Nürnberg. Die Seele dieser echt deutschen Gelehrtenrepublik blieb Wilibald Pirkheimer, dessen Einfluss und Ansehen der päpstliche Stuhl vergebens durch seine Bannstrahlen zu schmälern gesucht hatte. Das, was Pirkheimer zur Beförderung der mathematischen Wissenschaften gethan hat, ist nicht sowohl in seinen eigenen Leistungen, als vielmehr in dem Einfluss zu

suchen, den er durch Unterstützung und Anregung auf die Mathematiker seiner Umgebung ausgeübt hat und es darf bei Aufzählung dieser seiner Verdienste nicht unerwähnt bleiben, dass auf seinen Antrieb Thomas Venatorius (Jäger) die Werke des Archimedes aus der Pirkheimerschen Bibliothek herausgab*). Die mathematischen Wissenschaften standen zu Anfange des 16. Jahrhunderts noch in höherem Ansehen, als zu Ende desselben. Die Geistlichen sahen damals noch nicht wie ein Jahrhundert später mit Verachtung auf den Sternseher herab. Die ersten Theologen und Philologen Deutschlands, Philipp Melanchthon und Joachim Camerarius, waren mit Eifer und besonderer Vorliebe dem Studium der Mathematik und Astrologie ergeben. Unter den grossen Verdiensten, die sich Melanchthon um die Cultur der Nation erworben hat, ist das keines der geringsten, was er für die Pflege und Beförderung dieser Wissenschaften gethan hat. Er sorgte für die Berufung der tüchtigsten Lehrer in diesem Fache nach Nürnberg und nach Wittenberg. Er selbst hielt Vorlesungen über Physik. In Wort und Schrift empfahl er diese Studien.

Es gab in dem damaligen Zustande der Gesellschaft drei Dinge, die dem Studium der Astronomie besonders günstig waren:

1) die Unordnung, in welche der Kalender und die Zeitrechnung gerathen war,

---

*) *Archimedis Syracusani, Philosophi ac Geometrae excellentissimi, Opera, quae quidem extant, omnia, multis jam Seculis desiderata atque a quam paucissimis hactenus visa, nuncque primum et graece et latine in lucem edita. Adjecta quoque sunt Eutocii Ascolanitae in eosdem Archimedis libros commentaria item graece et latine nunquam antea excusa. Bas. apud Joh. Hervagium A.* 1544.



2) das Bedürfniss der sich ausdehnenden Schifffahrt und
3) der Hang zur Astrologie.

Die Anordnung der Festzeiten ist stets eine von den besondern Obliegenheiten der Priester und der Kirchengewalt gewesen. Aber eine sichere und regelmässig wiederkehrende Anordnung der Festzeiten ist nur unter Voraussetzung einer richtigen Zeiteintheilung möglich. Die Zeit einzutheilen bietet die Natur dem Menschen von selbst drei Mittel, gleichsam drei Maassstäbe ihrer Ausmessung dar: den Wechsel von Tag und Nacht, den jährlichen Sonnenlauf und den Mondlauf. Wollte man die Feste an ein sichtbares Zeichen knüpfen, so boten sich dazu gewissermassen von selbst die allwöchentlich wechselnden Mondgestalten dar.

Man musste aber auch darauf Bedacht nehmen, die Anordnung so zu treffen, dass die Feste immer wieder auf dieselben Jahreszeiten treffen. Dies setzt die genaue Uebereinstimmung des bürgerlichen Jahres mit dem Sonnenlauf voraus. Das bürgerliche Jahr würde mit dem Sonnenjahr genau übereinstimmen, wenn die Frühlingsnachtgleiche immer an ein und demselben Monatstage auf dieselbe Stunde und Minute fiele. Aber das ist wegen der Irrationalität der Rotationsdauer der Erde gegen den Umlauf der Erde um die Sonne nicht möglich. Das bürgerliche Jahr besteht aus einer festgesetzten Anzahl ganzer Tage. Das Sonnenjahr besteht aus einer bestimmten Anzahl ganzer Tage und einem Ueberschusse, der sich nur näherungsweise durch Bruchtheile eines Tages angeben lässt. Der Eintritt der Frühlingsnachtgleiche kann daher nicht auf ein und demselben Zeitpunkte des bürgerlichen Jahres liegen bleiben, sondern er wird sich von diesem Zeitpunkte verrücken.

Julius Cäsar hatte als Pontifex Maximus mit Zuziehung des Astronomen Sosigenes bestimmt, dass das bürgerliche Jahr aus 365¼ Tagen bestehen solle.

Gesetzt, der Eintritt der Sonne in die Frühlingsnachtgleiche fände den 21. März in dem Augenblicke statt, wo es in Berlin 12 Uhr Mittag ist, so würde im darauf folgenden Jahre an demselben Orte nach der julianischen Zeitrechnung die Frühlingsnachtgleiche 6 Uhr Nachmittags eintreten, im dritten Jahre um 12 Uhr Mitternacht, im vierten Jahre den 22. März um 6 Uhr Morgens, im fünften Jahre, also nach vier Jahren, wieder den Mittag, aber einen Tag später.

Aber in diesem Jahre wird schon im Februar ein Tag eingeschaltet, daher fällt in Berlin die Frühlingsnachtgleiche wieder auf den Mittag des 21. März.

So erhält man Perioden von 4 Jahren, innerhalb welcher die Frühlingsnachtgleiche an ein und demselben Orte immer wieder auf denselben Zeitpunkt fallen würde.

Dies Alles unter der Voraussetzung, dass die Sonne nach 365¼ Tagen sich wieder an demselben Orte in der Ekliptik befindet.

Aber die Umlaufszeit der Sonne beträgt nicht völlig 365¼ Tag. Daher sind 4 julianische Jahre länger als 4 tropische oder Sonnenjahre. Fällt die Nachtgleiche im ersten Jahre in Berlin auf den Mittag des 21. März, so fällt sie im fünften Jahre (dem ersten der zweiten Periode) vor den Mittag des 21. März und so rückt sie mit jeder folgenden Periode immer weiter vor, bis sie auf den 20., den 19. u. s. f. fällt.

Es gehen also im julianischen Jahre die Nachtgleichen nach und nach auf die vorhergehenden Monatstage zurück. Zur Zeit der Kalenderverbesserung (1582) war das

Frühlingsäquinoctium schon um 10 Tage vorgerückt und fiel also auf den 11. März.

Nun liegt es aber im Interesse des Landbaues und der Geschäfte des bürgerlichen Lebens, dass dieselben Monatstage immer wieder in dieselben Jahreszeiten fallen. Daher machte sich hier die Forderung an die Astronomie geltend, eine Regel der Einschaltung zu suchen, wodurch die Frühlingsnachtgleiche immer auf demselben Monatstage (dem 21. März) festgehalten wird oder sich doch wenigstens über gewisse sehr enge Grenzen hinaus nie von demselben entfernen kann.

Auf dem Nicäischen Concil war das wichtigste Fest der Christenheit das Osterfest, nach dem sich alle beweglichen Feste richten, an den Vollmond nach der Frühlingsnachtgleiche durch folgende Verordnung geknüpft worden: Ostern soll von allen Christen immer den ersten Sonntag nach dem ersten Vollmonde der Frühlingsnachtgleiche gefeiert werden. Wenn aber der Vollmond selbst auf einen Sonntag fällt, so soll die Feier des Festes den Sonntag darauf, folglich 8 Tage später geschehen, damit man in der Osterfeier nicht mit den Juden zusammentreffe.

Um daher die Zeit des Osterfestes zu finden, musste man den Tag suchen, an dem der Mond zum ersten Mal nach der Frühlingsnachtgleiche voll wird. Diese Aufgabe suchte man ohne astronomische Rechnung zu lösen. Zu diesem Ende hatte man sich Perioden erdacht, in denen die Himmelsbegebenheiten in derselben Ordnung wiederkehrten. Man durfte also nur suchen, das wievielte Jahr ein gegebenes in seiner Periode sey und dann in der ersten Periode das eben so vielte Jahr aufsuchen, um zu

wissen, wie in dem fraglichen Jahre die Mondphasen gegen die Nachtgleichen liegen.

Diese Rechnung ward durch Division der gehörig eingerichteten Jahrzahl mit der Zahl der Jahre in einer Periode bewerkstelligt und hatte das Sonderbare, dass man bei ihr sich nicht um den Quotienten, sondern nur um den Rest zu bekümmern brauchte. Die Vorschriften zu diesen sogenannten cyklischen Rechnungen hat der Abt Dionysius der Kleine gegeben. Kalender waren vor der Erfindung der Buchdruckerkunst und noch lange nachher äusserst selten. Die Geistlichen mussten daher die Regeln der cyklischen Rechnung kennen, sonst versäumten sie, wie es wohl zuweilen geschah, die Fasten.

Die Auffindung des Oster-Vollmonds beruhte auf der Anwendung des sogenannten Mondzirkels, einer Periode von 19 Jahren, nach deren Verlauf die Neu- und Vollmonde wieder auf denselben Tag fallen. Da aber die Mondgestalten nach 19 Jahren zwar wieder auf denselben Tag, aber nicht auf dieselbe Stunde und Minute fallen, so wurde dieser Mondzirkel wegen der jährlichen Anhäufung dieser Stunden mit der Zeit unbrauchbar. Nach 312 Jahren beträgt jene Anhäufung von Stunden schon einen ganzen Tag, um den die Mondgestalten später eintreffen. Im Jahre 1582 fielen die nach dem Mondzirkel berechneten Phasen des Mondes um 4 Tage früher, als sie nach den astronomischen Berechnungen hätten fallen sollen. Der Kirche war dadurch die rechte Zeit des Osterfestes verloren gegangen. Ausserdem entsteht aus der Verordnung, Ostern nicht am Tage des Vollmonds zu feiern, noch eine Schwierigkeit anderer Art. Denn wenn der Ostervollmond in die Nacht zwischen Sonnabend und Sonntag fällt, so kann für einen östlichen Ort, z. B. Wien, Mitternacht schon

vorüber seyn, an einem westlichern Orte, z. B. Hamburg, kann es noch vor Mitternacht seyn, wenn der Mond voll wird. In Hamburg wäre dann der darauf folgende Sonntag Ostern, in Wien würde es acht Tage später gefeiert. Die Weisheit der Väter des nicäischen Concils hatte also die Kugelrundung der Erde und den daraus folgenden Unterschied des Mittags nicht bedacht.

Allen diesen Uebelständen musste endlich abgeholfen werden. Die Kirche sah sich genöthigt, ihre Zuflucht zur Astronomie zu nehmen, und die Verlegenheit, in der sie sich befand, war für sie der Grund, die astronomischen Studien aufzumuntern. Regiomontan sollte für die Verbesserung des Kalenders mit einem Bisthum belohnt werden. Als die Astronomie der Kirche ihre Dienste geleistet hatte und nun selbstständig ihren eigenen Weg ging, traf sie der Bannstrahl des Papstes.

Während die Verwirrung, in welche der Kalender gerathen war, der aufblühenden Astronomie den Schutz des Papstes sicherte, wendeten ihr die neu entstandenen Aufgaben der Nautik die Gunst des Kaisers zu.

Zu Lande sind wir nicht leicht in Zweifel darüber, wo wir uns befinden. Unsere Umgebungen kündigen uns unmittelbar den Ort unsers Aufenthalts an. Auf der einförmigen Wasserwelt dagegen, in den Einöden des Meeres, erkennt der Schiffer nicht bloss seine Zeit, sondern auch seinen Ort aus der Beobachtung der Sterne. Die astronomischen Jahrbücher der grossen Sternwarten zu Greenwich, Paris und Berlin sind gegenwärtig so eingerichtet, dass sie in zwei Theile zerfallen: einen astronomischen und einen nautischen. Der letztere dient bloss dazu, um nach einem eigenthümlichen, äusserst sinnreichen Prinzip den Ort auf der Erdkugel zu ermitteln, wo

die Himmelsbeobachtungen angestellt werden, während der astronomische Theil die Zeit angiebt, wann an einem bestimmten Orte der Erde, z. B. zu Paris oder Berlin, die verkündete Himmelserscheinung stattfindet.

Man kennt die Lage eines Ortes auf der Erdkugel, wenn man seine geographische Breite und Länge kennt. Da die Lage des Weltpols und des Sternenhimmels gegen den Horizont von Parallel zu Parallel sich ändert, so kann man die Breite unmittelbar durch Beobachtung der Polhöhe finden. Nicht so unmittelbar aus dem Anblick des Himmels lässt sich die geographische Länge erkennen, weil auf ein und demselben Parallel die Himmelsansicht selbst unverändert dieselbe bleibt und nur die Zeit ihrer Sichtbarkeit verschieden ist. Das theoretisch schwierige und praktisch wichtige Problem der Meereslänge ist daher auch erst in ziemlich späterer Zeit durch Erfindung des Hadley'schen Spiegelsextanten und durch die Vollendung der Mondtheorie, welche eine Frucht der Mechanik des Himmels war, gelöst worden. Die gewaltigen Anstrengungen, welche man seit der Entdeckung Amerikas zur Auflösung dieses Problems gemacht hat, sind indess nicht ohne Einfluss auf die Fortschritte der Astronomie gewesen. Die Fahrten nach Amerika und späterhin durch den stillen Ozean waren vorzugsweise Fahrten von Osten nach Westen, auf denen die Kenntniss der Meereslänge ein weit dringenderes Bedürfniss und weit unentbehrlicher war, als auf der portugiesischen Route um das Cap der guten Hoffnung nach Ostindien. Um die Mittel der Längenbestimmung zu vervielfältigen, beobachtete man ausser den Mondfinsternissen auch die Conjunktionen der Planeten mit dem Monde. Da die Unvollkommenheit der nautischen Instrumente die Anstellung dieser Beobachtungen

auf dem schaukelnden Boden des Schiffes nicht gestattete, so war man genöthigt, einen sichern Hafen aufzusuchen, um mit Ruhe beobachten zu können. Wie man dabei verfuhr, wird deutlicher als jede Auseinandersetzung folgendes Beispiel zeigen.

Am 23. August 1499 beobachtete Amerigo Vespucci auf der Küste von Venezuela eine Conjunktion des Mondes mit dem Mars. Beim Aufgange des Mondes, 1½ Stunde nach Untergang der Sonne, also ungefähr um 7½ Uhr, stand der Mond 1° östlich vom Mars. Um Mitternacht war der Mond vom Mars 5½° gegen Osten entfernt. Binnen vier und einer halben Stunde war also der Mond 4½° weiter ostwärts gerückt; seine relative Bewegung vom Mars betrug mithin in einer Stunde 1°, folglich hatte der Mond 5½ Stunde gebraucht, um vom Culminationspunkte 5½° nach Osten vorzuschreiten. Die Ephemeriden des Regiomontan setzen diese Conjunktion gerade auf Mitternacht für Nürnberg. Folglich hat man die Proportion

1 Stunde : 15° = 5½ St. : 82½°.

Die Meridiandifferenz zwischen diesem Punkte und Nürnberg betrug also 82½° der Länge. Dies Beispiel veranschaulicht zugleich die Methode, deren sich Andres von San-Martin auf der Fahrt des Magellan zur Auffindung der Länge bediente und die Ruy Falero auf Eingebung seines ***Spiritus familiaris*** in einer besonderen Abhandlung für den Privatgebrauch des Magellan auseinandergesetzt hatte.

So haben die Ephemeriden des Regiomontan eine grosse Rolle in der Epoche der grossen nautischen Entdeckungen, auf den Reisen des Columbus, Gama, Vespucci und Magellan gespielt. Ohne sie hätte die Gestalt und Lage der neuentdeckten Länder nicht so bald verzeichnet werden können, ohne sie würde die Schiffsrechnung ohne

alle Controle, nicht viel mehr als schwankende Vermuthung gewesen seyn. Columbus sagt in der Beschreibung seiner vierten Reise: „Es giebt nur Eine untrügliche Schiffsrechnung, die der Astronomen. Wer diese versteht, kann zufrieden seyn. Was sie gewährt, gleicht einer *vision profetica*. Unsre unwissenden Piloten, wenn sie viele Tage die Küste aus den Augen verloren haben, wissen nicht, wo sie sind. Sie würden die Länder nicht wiederfinden, die ich entdeckt. Zum Schiffen gehört die Bussole und die Kunst der Astronomen."

Die Unvollkommenheit der nautischen Instrumente stellte sich dem Erfolge jener Methode der Längenbestimmung in noch höherem Grade entgegen, als die Unvollkommenheit der Tafeln. Als die Ergebnisse dieser Mondbeobachtungen aller Glaubwürdigkeit zu entbehren schienen, „war man," so erzählt der portugiesische Geschichtsschreiber Barros, „ungewiss darüber, ob man eine Unregelmässigkeit der Planetenbewegung als Ursache annehmen oder häufige Druckfehler in den Ephemeriden des Regiomontanus voraussetzen müsse." San-Martin, der sich nicht überzeugen konnte, dass die Ephemeriden bei der Sorgfalt des Verfassers und des Druckers mit einer solchen Menge von Druckfehlern überfüllt seyn könnten, war geneigt das Erstere anzunehmen. Diese Idee einer Unregelmässigkeit der Planetenbewegung, welche sich dem Geiste denkender und ihrer Kunst gewachsener Piloten darbot, hatte bereits, wovon die spanischen und portugiesischen Seefahrer noch nichts wussten, einen philosophischen Kopf in Deutschland veranlasst, Verdacht zu schöpfen gegen die Richtigkeit der Regeln, auf denen damals die Berechnung des Planetenlaufes beruhte, und ein neues System der Astronomie auszudenken.

Da zu jener Zeit die Entscheidung wichtiger Besitzfragen von den Bestimmungen der nautischen Astronomie abhing, so konnten die dabei betheiligten Regierungen die Ergebnisse dieser Wissenschaft nicht mit Gleichgiltigkeit betrachten. Die Schwierigkeit, die Lage der päpstlichen Demarkationslinie aufzufinden, die Frage nach der Lage der Molukken, die sich daran knüpfte, die zahllosen Irrthümer und Betrügereien, die sich auf den Land- und Seecharten fanden und die nur durch astronomische Ortsbestimmungen entdeckt und verbessert werden konnten, nöthigten gewissermaassen den Kaiser Karl V., den mathematischen und astronomischen Studien eine besondere Unterstützung angedeihen zu lassen, und er that dies in Deutschland ebensowohl als in Spanien. Der Kaiser hatte überdies eine persönliche Vorliebe für die Sternkunde, frei von allen astrologischen Träumen. Dem Wandel der Planeten, dem Ringgang der Gestirne zollte er Bewunderung und Aufmerksamkeit; gern unterrichtete er sich an dem Himmelsglobus. Als in dem schmalkaldischen Kriege das Heer der Protestanten den Kaiser in seiner festen Stellung bei Ingolstadt angriff, hatte er den Astronomen Peter Apian in seinem Zelt und liess sich an der Maschinerie der drehbaren Scheiben, welche sich in dessen *Opus Caesareum* befindet, den Lauf der Planeten erklären; eine Kugel schlug neben ihnen nieder; der Kaiser bat den Astronomen, in seiner Erklärung ruhig fortzufahren*). Karl V. war von Alonzo de Santa-Cruz in der Astronomie und Kosmographie unterrichtet worden. Er hatte ausser diesem Kosmographen noch den Diego Ribero in seinem Dienste, dessen historisch denkwürdige Welttafel,

*) *Adami Vitae philosophorum (Vita Apiani)* p. 349.

die sich auf der Bibliothek zu Weimar befindet, den spanischen Gelehrten unbekannt geblieben ist *). Er ermunterte und unterstützte die Bestrebungen des Apianus und des Gemma Frisius. Das *Astronomicum Caesareum* des Apianus war allgemein auf den spanischen Universitäten eingeführt und seine Kosmographie, von Gemma Frisius vermehrt, wurde auf Befehl des Kaisers in's Spanische übersetzt. Apianus selbst, von dem Kaiser hoch geehrt, wurde zum Reichsritter erhoben und mit 3000 Goldstücken beschenkt.

Durch den längern Aufenthalt des Kaisers in Deutschland seit dem Jahre 1530, durch die häufigen Reisen seiner Hofedelleute von Sevilla und Toledo nach Augsburg und Nürnberg waren vielfache Beziehungen zwischen Spa-

*) Ein zweites Exemplar der Welttafel des Diego Ribero, das selbst der Aufmerksamkeit Alexander von Humboldt's entgangen zu seyn scheint, befindet sich nach einer Notiz im Intelligenzblatt zur Allgem. Litteratur-Zeitung 1796, S. 468 zu Velletri im Museum des Cardinals Borgia. Eine andere Charte, die früher der gelehrte Ebner in Nürnberg besass und die sich jetzt gleichfalls in der grossherzoglichen Bibliothek zu Weimar befindet, ist von Sprengel (Muñoz, Geschichte der Neuen Welt, Th. I. S. 429) irrthümlich ebenfalls für ein Exemplar der Weltcharte des Diego Ribero gehalten worden. Allein sie weicht in wesentlichen Punkten von der des Ribero ab, auch trägt sie nicht dessen Namen und ist um zwei Jahre älter. S. Alex. v. Humboldt's Kritische Untersuchungen u. s. w. Bd. 1. S. 418. Anm. — Diego Ribero ist zwar nicht selbst in Amerika gewesen, aber es standen ihm vermöge seiner amtlichen Stellung als Oberpiloten von Castilien alle Hilfsmittel zu Gebote, welche die grosse und treffliche Einrichtung der *Casa de Contratacion*, die 1503 zu Sevilla begründet worden war, und das Chartendepot des *Piloto mayor* darbot. Wir wissen, dass er das Jahr 1533 nicht überlebt hat, und der Umstand, dass die beiden Exemplare seiner Welttafel, die 1529 vollendet wurden, in Italien und Deutschland geblieben sind, lassen vermuthen, dass er den Kaiser auf seinen Reisen durch Italien und Deutschland begleitete.

nien und Deutschland entstanden. Wir bemerken seit dieser Epoche in Deutschland eine genauere Bekanntschaft mit den Entdeckungen der Spanier und Portugiesen *);

*) In der Erklärung des siebenten Kapiteis des Propheten Daniel von Justus Jonas, welche 1529 erschien, in demselben Jahre, in welchem Diego Ribero seine Weltcharte beendigte, befindet sich noch eine Abbildung der Erdoberfläche nach der Welttafel des Andrea de Bianco, die Jonas wahrscheinlich auf der St. Markus-Bibliothek zu Venedig gesehen hatte. Dies Bild ist historisch darum merkwürdig, weil es den Zustand der geographischen Kenntnisse an dem Musensitze zu Wittenberg unmittelbar vor dem Jahre 1530 charakterisirt. Man würde sich indess sehr täuschen, wenn man annehmen wollte, dass bis dahin keine Kunde von den Entdeckungen der Spanier und Portugiesen nach Deutschland gedrungen sey. Nach den gelehrten Untersuchungen Alexander von Humboldt's ging der Name Amerika für den von Columbus entdeckten vierten Welttheil von St. Dié in Lothringen, einem kleinen am Fusse der Vogesen gelegenen Orte, und von einem sonst unbekannten Manne, Namens Martinus Hylacomylus (Waldseemüller), aus. Der damalige Herzog von Lothringen, Renatus II., Titularkönig von Jerusalem, beförderte eifrig die Verbreitung geographischer Kenntnisse durch die neuerfundenen Künste der Buchdruckerei und Kupferstecherei. Er stand mit Amerigo Vespucci in Briefwechsel, der ihm Abschriften seiner Reiseberichte zusandte. Auf seinen Antrieb und seine Unterstützung gab Hylacomylus, zugleich gelehrter Chartenzeichner und Vorsteher einer Druckerei zu St. Dié, 1507 unter dem Titel Kosmographie die Berichte des Vespucci über seine vier Schifffahrten heraus. In diesem kleinen Werke legte Hylacomylus, wahrscheinlich den Vespucci mit dem Columbus verwechselnd, wie dies noch heut zu Tage vielfach mit den berühmten Namen Parry und Ross geschieht, zuerst den Namen Amerika der Neuen Welt bei, eine Benennung, die bei dem Mangel an schriftlichen Nachrichten über die Fahrten des Columbus sogleich volksthümlich wurde. Schon im Jahre 1504 war zu Augsburg durch Johann Otmar der Bericht des Amerigo Vespucci von seiner dritten Reise unter dem Titel *Mundus Novus* gedruckt worden. Im Jahre 1507 wurden zu Strassburg die neuen Entdeckungen auf Erdkugeln und Charten verzeichnet. Eine solche Weltcharte wurde in dem genannten Jahre zu Worms dem gelehrten Abt von Trittenheim für den hohen Preis von 40 Gulden angeboten. 1508 übersetzte Jobst Ruchamer, Arzt in Nürnberg, die ein Jahr zuvor in Vicenza erschienene Sammlung von Reisen nach der

und in Spanien, durch deutsche Einwirkung hervorgeru-

Neuen Welt in's Deutsche. Ja, bereits im Jahre 1497 war zu Strassburg von Meister Bartlomess Kütsler eine deutsche Uebersetzung von dem Briefe an den Schatzmeister Sanchez gedruckt worden, welcher einen Bericht von der ersten Reise des Columbus giebt. Dies kleine äusserst seltene Büchelchen, das den sonderbaren Titel trägt: Eyn schoen hübsch lesen von etlichen inseln die do in kurtzen zyten funden synd durch den Künig von Hispania und sagt von grossen wunderlichen Dingen die in denselben synd, ist, soviel ich habe finden können, in Deutschland die erste gedruckte Nachricht von der Entdeckung Amerika's, die aber gänzlich spurlos vorübergegangen zu seyn scheint. Im Jahre 1520 erschienen die ersten Charten, auf denen der neue Welttheil den Namen Amerika führt. Sie sind von dem berühmten Astronomen Peter Apian. Ihnen folgten die Charten des Hylacomylus in der Ausgabe des Ptolemäus von 1522. Doch diese Charten waren nicht sehr verbreitet und jene Schriften nur wenig gelesen. Auch klangen die Erzählungen zuerst mehr romanhaft als wissenschaftlich. Weit grösseres Aufsehen erregten die neuen Entdeckungen in der italienischen Handelswelt zu Genua, Pisa, Florenz und Venedig. Indessen auch hier verbreitete sich die Kunde hiervon bei dem Mangel an Zeitungen und der Dürftigkeit der Mittheilungsmittel in jenen Zeiten weit mehr durch kaufmännische und diplomatische Correspondenzen als durch den Druck. In Deutschland lenkte die inzwischen eingetretene grosse kirchliche Bewegung die Aufmerksamkeit auf andere Dinge. Das ändert sich durch die Ankunft Kaiser Karl's V. in Deutschland. In seinem Gefolge war eine Abtheilung des grossen kosmographischen und nautischen Bureaus, in der sich neben anderen ausgezeichneten Kosmographen selbst der Sohn des Entdeckers der Neuen Welt, Ferdinand Columbus, befand. Diese Männer, die entweder aus eigener Anschauung oder durch ihren Beruf die neuentdeckten Länder und die dahin führenden Seewege kannten, kamen jetzt auf einmal in unmittelbare Berührung mit der deutschen Gelehrtenwelt und theilten dieser ihre Kenntnisse und ihre Charten mit, während sie ihrerseits die hier erschlossenen Geheimnisse der Sternkunde sich anzueignen suchten. Schon drei Jahre nach der Ankunft des kaiserlichen Hofes, im Jahre 1533, liess der angesehenste Astronom und Mathematiker jener Zeit, Johann Schoner, sein *Opusculum geographicum* drucken. Dies ist der erste eigentlich wissenschaftliche Abriss der Geographie, welcher die neuen Entdeckungen mit aufgenommen hat. Die grosse Kosmographie von Sebastian Münster erschien erst 1550 zu Basel.

fen, ein reges Bestreben, das Problem der Meereslänge aufzulösen. Zweien Deutschen gebührt das unbestreitbare Verdienst, zuerst den richtigen Weg zur Auflösung dieses für die Interessen des Menschengeschlechts so wichtigen Problems gefunden zu haben. Gemma Frisius schlug zu diesem Zweck eine Uhr vor, die auf der Reise einen unveränderten Gang behält und stets die Zeit eines und desselben Ortes zeigt. Apian dachte zuerst das sinnreiche Prinzip der Monddistanzen aus. Für einen bestimmten Ort der Erde sind Distanzen des Mondes von Sternen des Thierkreises auf gegebene Tage und Stunden voraus berechnet. An einem andern Orte der Erde misst man diese Abstände des Mondes von jenen Sternen, vergleicht sie mit denen, die für den Zeitpunkt der Beobachtung berechnet worden sind und findet daraus den Zeitunterschied zwischen dem Ort der Beobachtung und dem Orte der Rechnung, welcher Zeitunterschied, in Bogen verwandelt, den Unterschied der Länge beider Oerter giebt *). Mehr als ein Jahrhundert verlief, ehe Wissenschaft und Kunst so weit gekommen waren, dass sich diese Vorschläge ausführen liessen. Doch schon damals, wo dieselben noch unausführbar waren, erregten sie in hohem Grade die Aufmerksamkeit der spanischen Seefahrer. Der Kosmograph des Kaisers, Don Alonzo de Santa Cruz, der mit ihrer Prüfung beauftragt war, schrieb ein besonderes Memoire über diesen Gegenstand. Welche bedeutende Stelle diesem Manne in der Geschichte der nautischen Astronomie gebührt, haben wir erst durch Navarrete's Abhandlung über die Fortschritte der Schifffahrtskunde in Spanien erfahren. Er zeichnete (1539) magnetische Declinationscur-

*) *Astronomicum Caesareum* §. 24. Apian's Kosmographie §. 5.

ven, ein Jahrhundert früher als Halley, dem man in unsern Tagen die Ehre dieser Erfindung zugesprochen hat. Er verstand die Kunst der Chartenzeichnung nach der Projection von Eduard Wright oder Gerhard Mercator lange vor diesen. Er war mit noch mehrern andern Kosmographen in der Junta, welche die Frage über die Molukken verhandelte und er deckte hierbei die zahlreichen Betrügereien in den portugiesischen Charten auf. Seine Schriften sind nicht gedruckt worden. Der Kosmograph des Kaisers war nicht der Einzige, der auf die Vorschläge der beiden deutschen Astronomen einging. Martin Cortes aus Bujalarroz suchte die Idee des Gemma Frisius zu realisiren durch Herstellung zweier Uhren, welche am Tage und des Nachts genau die Stunden zeigen. Seit 1519, wo der Baccalaureus Don Martin Fernandez de Enciso, Einwohner von Sevilla, in seiner *Suma de geografia* die Schifffahrtskunde zuerst in ein System gebracht hatte, bis auf die schätzbaren, in fast alle neuern Sprachen übersetzten Abhandlungen des Pedro de Medina (1545) und des Martin Cortes (1551) über die Schiffskunst, hatte die Wissenschaft der Nautik auf der pyrenäischen Halbinsel ansehnliche Fortschritte gemacht. Mit tieferer Kenntniss der Mathematik als irgend einer seiner Landsleute, schrieb endlich der berühmte Pedro Nuñez zu Coimbra seine lateinische Abhandlung *de Arte atque ratione navigandi*, worin die Grundlagen der nautischen Astronomie zuerst wissenschaftlich entwickelt und festgestellt werden. Nuñez hatte schon früher mehrere Schriften veröffentlicht: über das erste Buch der Geographie des Ptolemäus, die Mechanik des Aristoteles, die Planetentheorie des Peurbach, die Abhandlung des Araber Alhazen über die Dämmerung mit Widerlegung der Lehre des Orontius Fineus. Er gab astrono-

mische Tafeln, eine Abhandlung über die Sphäre, zwei Memoires über Seecharten und über verschiedene andere nautische Gegenstände heraus. Nuñez war der Erste, der die Loxodrome behandelte. Seine Hauptentdeckung, die ihn berühmt gemacht hat, war die sinnreiche Theilung astronomischer Instrumente vermittelst des nach seinem Namen benannten Nonius. Es ist unverkennbar, dass das Studium der nautischen Astronomie in Spanien und Portugal einen neuen Impuls erhalten hat durch die Bekanntschaft mit den Werken des Apianus. Für Enciso sind die Schwierigkeiten, eine Kugel auf einer Ebene abzubilden, noch unüberwindlich; er kennt für die Auffindung der Meereslänge kein anderes Mittel als die Schätzung des zurückgelegten Weges, eine Methode, die bloss für diejenigen brauchbar wäre, welche eine genaue Kenntniss von der Beschaffenheit und dem Gange ihres Schiffes hätten und sich gegen Windstösse sowie die Einwirkung der Meeresströme auf den Gang des Schiffes zu schützen wüssten. Kaum zwei Decennien später, nach dem soeben bezeichneten Zeitpunkt zeigt sich schon das allgemeine Bestreben, das Problem der Meereslänge wissenschaftlich zu lösen. Man hoffte auf zwei von einander ganz verschiedenen Wegen das Ziel zu erreichen: durch Beobachtung der Sterne und durch Beobachtung der Abweichung der Magnetnadel. Allein sowohl die Gesetze der Bewegung der Gestirne als die Gesetze des Erdmagnetismus waren damals noch in tiefes Dunkel gehüllt. Die spanische Regierung setzte einen hohen Preis auf die Auflösung eines Problems, von der die ganze Sicherheit der Schiffahrt abhing. Ihr folgten die Staaten von Holland und England. Ich kann hier nicht unerwähnt lassen, dass der letzte mathematische Sprössling Nürnbergs, Tobias Mayer, durch die mühsame

Berechnung der dazu erforderlichen Mondtafeln einen Theil des englischen Preises verdiente. Es ist ein merkwürdiger Umstand, dass die nautische Astronomie ihre grössten wissenschaftlichen Fortschritte nürnberger Astronomen verdankt. Wie genau jetzt nach Vollendung der Mondtheorie das Problem der Meereslänge gelöst ist, das zeigt unter andern ein Beispiel, welches der Kapitän Basil Hall erzählt. Nachdem dieser ausgezeichnete Seemann der englischen Marine 8000 Seemeilen weit in 89 Tagen durch den stillen Ocean um das Cap Horn und durch den südatlantischen Ocean gefahren war, kam er auf der Höhe von Rio-Janeiro an, ohne ein einziges Mal Land erblickt zu haben. Als er sich noch eine Woche Segelns von Rio entfernt befand, bestimmte er den Ort seines Schiffes nach dem Prinzip der Monddistanzen und setzte von dem gefundenen Punkte aus den Curs gerade auf den Hafen. Nach seiner Rechnung noch 15 bis 20 Meilen von der Küste entfernt, legte er um vier Uhr Morgens bei, um den Anbruch des Tages zu erwarten; dann lief er, obschon das Wetter dunstig war, auf dem alten Curse weiter. Aber um acht Uhr wurde es so nebelig, dass er die Fortsetzung des Weges nicht für rathsam hielt. Plötzlich verzog sich der Nebel, und nun hatte Kapitän Basil Hall die Genugthuung, den grossen Zuckerhut-Felsen, den Erkennungspunkt des Hafens, so gerade vor sich zu sehen, dass er seinen Curs kaum um einen Compassstrich zu ändern brauchte, um in die Bucht von Rio einlaufen zu können.

Wenn es im Zeitalter der Reformation im Interesse der geistlichen wie der weltlichen Macht lag, die Fortschritte der Sternkunde zu befördern, so war es andererseits die Astrologie, welche ihr die Gunst des Publicums verschaffte.

Unter allen Formen des Aberglaubens ist der astrologische der merkwürdigste und gewissermassen wissenschaftlichste. Der kindliche Glaube, der nach räumlicher Vorstellungsweise den Sitz der Gottheit in den Himmel verlegt, wird, was Ungewöhnliches am Himmel erscheint, auch als ein Zeichen der Gottheit betrachten. Diese Himmelszeichen, wie noch heutigen Tages bedeutungsvoll die Volkssprache ausserordentliche, in die Augen fallende Lichterscheinungen des nächtlichen Firmaments benennt, zerfallen in zwei Klassen: in meteorologische und astronomische. Die letzteren, bekannt unter dem Namen der Aspecten, sind an eine andere Oertlichkeit und an ein bestimmtes Gesetz gebunden. Diese Aspecten, die sich durch die wechselnden Gruppirungen der fünf Wandelsterne gegen die beiden grossen Himmelslichter bilden, geben dem Sternenhimmel gleichsam seinen physiognomischen Ausdruck; sie sind, wie Keppler einmal sagt, die Miene, die der Himmel zu den Dingen und Vorfällen auf Erden macht. Vermittelst der Theorie der Planeten können sie vorherverkündet werden und so schien durch die Wissenschaft dem Menschen eine besondere Prophetengabe zu Theil geworden zu seyn. Zu dem schon in seiner Natur und seiner Stellung zu Erde und Himmel liegenden Hange des Menschen zu den Geheimnissen der Astrologie gesellte sich noch ihr geschichtlich ehrwürdiger Ursprung aus einer mysteriösen Religion des Alterthums.

Der Ursprung der Astrologie ist in Babylon zu suchen, wo der berühmte Thurm des Belus, eines der ältesten Baudenkmäler der Erde, zugleich eine priesterliche Sternwarte und ein Tempelheiligthum der Planetengötter war. Die Verbindung von Sterndeutung und Sternencultus gehört wohl nur der unter dem Namen der Chaldäer bekannt ge-

wordenen sternkundigen Priesterschaft zu Babylon, aber der Sabäismus, die Anbetung der Gestirne, scheint die ursprüngliche Religion der semitischen Völkerstämme zu seyn. Ursprüngliche Gemüthsanlage, Lebensweise und Beschaffenheit von Land und Klima haben sich vereinigt, sie dazu zu führen. Die Völker semitischen Stammes, zum Theil als Nomaden umherschweifend in den oasenreichen Wüsten Arabiens und Syriens, zum Theil sesshaft in den dortigen Paradieslandschaften der Dattelpalme, des Oelbaums und des Feigenbaums, sind durch ihre geographische Stellung an der Grenze der drei zusammenstossenden Welttheile schon im hohen Alterthume die grossen Zwischenhändler zwischen dem indischen Orient und dem europäischen und nordafrikanischen Abendlande. Diesen Handel betrieben die Araber wie noch heut zu Tage durch Karavanenverkehr, die Phönicier durch Schifffahrt auf dem Mittelmeer, dem arabischen und persischen Meerbusen. Das Wüstenleben, die Schifffahrt und die oft nächtlichen Karavanenzüge führten sie schon früh zu einer vertrauten Bekanntschaft mit den Gestirnen des dort stets wolkenlosen Firmaments. Dem phantasiereichen, zur religiösen Stimmung geneigten Semiten erschienen die leitenden Boten des Himmels als Götter, an die er seine Andacht richtete. Jerusalem allein ausgenommen, treffen wir Sternenculte überall in den uralten Cultursitzen semitischer Völker an, von dem himjaritischen Saba an der Südküste Arabiens bis zum phönicischen Tyrus an den Gestaden des Mittelmeers. Aber nur in der uralten Weltstadt Babylon hat durch die chaldäische Priesterschaft diese Sternenreligion eine astrologische Form bekommen, deren feste mathematische Grundgestalt sich Jahrtausende lang erhalten hat, selbst nachdem schon längst ihr religiöser Nimbus erloschen war.

Die Chaldäer verehrten ausser Sonne und Mond die fünf Planeten als Götter und Lenker der menschlichen Schicksale. Zwei von diesen, Mond und Venus, waren weibliche, die übrigen fünf männliche Gottheiten. Von den fünf Planeten sind Saturn und Mars feindliche, Jupiter und Venus freundliche, glückbringende Mächte. Jene werden das grosse und kleine Unglück, diese das grosse und kleine Glück genannt. Merkur steht in der Mitte, erst durch seine Constellation mit den einen oder den andern kündet er Glück oder Unglück an. In einer für die Sternreligion und Astrologie der Chaldäer classischen Stelle berichtet Diodor von Sicilien (2, 30): „Am wichtigsten ist, wie sie sagen, die Betrachtung und Bewegung der fünf Sterne, die man Irrsterne nennt, welche sie Dolmetscher (gleichsam Deuter oder Verkünder des Schicksals) nennen, unter welchen sie namentlich den, welcher bei den Griechen jetzt Kronos heisst, als den hellsten und das Meiste und Wichtigste bedeutenden Elos (wahrscheinlich *Βῆλος*) nennen. Die andern vier nennen sie ebenso wie unsre Sternkenner Ares, Aphrodite, Hermes und Zeus. Dolmetscher aber heissen sie deswegen, weil sie, während die andern Gestirne unbeweglich sind und ihren regelmässigen Lauf haben, allein ihren besonderen Gang nehmen und dadurch das Zukünftige anzeigen, als ob sie den Menschen den gütigen Willen der Götter verkündigten. Einiges, sagen sie, zeigen sie durch ihren Aufgang, Anderes durch ihren Untergang *), Anderes durch ihre Farbe denen an, die genau darauf achten. Dem Laufe dieser Sterne sind, wie sie sagen, dreissig andere untergeordnet, welche sie berathende Götter nennen, deren eine Hälfte

*) Diese Vorbedeutung der Planeten je nach ihrer Stellung am Himmel erinnert an das Horoskop.

die Aufsicht über die Gegenden unter der Erde hat, die andere aber auf das sieht, was auf der Erde unter den Menschen und am Himmel vorgeht. Alle zehn Tage werde einer derselben als Bote der Gestirne von den obern zu den untern, und ebenfalls ein anderer von den untern zu den obern geschickt. Als Herren der Götter (*κυρίους τῶν θεῶν*) nehmen sie zwölf an der Zahl an, deren jedem sie einen Monat und eins von den Bildern des Thierkreises zueignen." In diesem uralten astrologischen Religionssystem der Chaldäer wird man ohne Mühe das astrologische System des Averroës und der Späteren wiedererkennen. Die Rangordnung der Planetengötter steigt, wie die vom Diodor besonders hervorgehobene Würde des Kronos zeigt, vom Saturn, dem obersten Planeten, abwärts bis an den Mond. Sowie der Mond als der unterste Planet unter der Herrschaft und dem Einfluss aller übrigen steht, so stehen zunächst und unmittelbar unter seiner Herrschaft die irdischen und menschlichen Dinge. Seinem dreissigtägigen Lauf durch die zwölf Zeichen des Thierkreises stehen die dreissig berathenden Götter vor, als Beherrscher der sublunarischen Ober- und Unterwelt. Diese astrologische Bedeutung des Mondlaufs durch den Thierkreishimmel hat sich bis heutigen Tages im Volksglauben und im Kalender erhalten. Die Sendungen der Sternenboten stehen wahrscheinlich in Verbindung mit den Mondphasen und dem Jahrescyklus. Ueber den 7 Himmeln der Planeten steht auch hier als höchster Herr und Herrscher der Fixsternhimmel mit scinen Sternbildern, aber es scheinen ihm bei den Chaldäern weder Idole noch Cultus gehört zu haben*).

*) Ich verweise hier auf die Abhandlung über die Astrologie und das Religionssystem der Chaldäer in Gesenius' Commentar über den

Von Babylon ging im hohen Alterthume die Kenntniss des Himmels aus, ebenso wie geregeltes Maass und Gewicht. Hier, in diesem Ursitze der Astronomie, traf bei dem Einzuge Alexander's Kallisthenes astronomische Beobachtungen an, die 1903 Jahre zurückgingen, hier wurde die unter dem Namen Saros bekannte merkwürdige Periode des Mondlaufs entdeckt, innerhalb welcher die Finsternisse wiederkehren, hier der Bau des Sphärenhimmels erforscht, jener *Κόσμος* der Pythagoreer, den selbst noch Platon in den Schleier des Geheimnisses hüllt. Von hier aus hat sich mit dem Handel der Phönicier fast eben so weit als das Babylonische System der Maasse und Gewichte der sinnliche Dienst der himmlischen Aphrodite verbreitet, welche, ehe sie Platon in ein Ideal umgestaltet, den Griechen nur darum die himmlische hiess, weil *οὐρανός*, bevor der pythagorische Begriff des *κόσμος* die alte Bezeichnungsweise verdrängte, nicht allein den Himmel, sondern auch das Weltall bedeutete, in welchem jene Aphrodite als Ursache aller Zeugung sinnlich waltet*). So hat sie Empedokles philoso-

Jesaia, zweiter Theil, S. 327—356. Bei der Vergleichung dieser Abhandlung mit dem, was ich im Text über denselben Gegenstand gesagt habe, wird man bemerken, dass ich mir erlaubt habe, in einigen nicht ganz unwesentlichen Punkten von der Ansicht jenes gründlichen Kenners des semitischen Alterthums abzuweichen. Die Angabe der Gründe, die mich dazu bewogen, glaubte ich als nicht hierher gehörig übergehen zu dürfen. — Von der Erde meinten die Chaldäer, dass sie hohl sey und die Gestalt eines halben Eies habe, eine Vorstellung, die darum besonders merkwürdig ist, weil sie in der Mitte steht zwischen der volksthümlichen Ansicht der Griechen von der flachen Erdscheibe und der späteren wissenschaftlichen von der Kugelgestalt der Erde.

*) Böckh, Metrologische Untersuchungen über Gewichte, Münzfusse und Masse des Alterthums. S. 43.

phisch und dichterisch verherrlicht und auf den Thron des Weltalls erhoben. Und schon Parmenides kennt sie. Aber während jener sie als unsichtbare Naturgöttin schildert, ist sie dem Eleaten der Planet Venus selbst; in seinem Weltbau setzt er sie zuhöchst in den Aether, noch über die Sonne und den Sternenhimmel, welch' letzterer (den er οὐρανὸς nennt) als mittelster Kreis des Weltalls das dunkle Erdgebiet und das lichte Himmelsgebiet (Ὄλυμπος) trennt. In diesem mittleren Kreise hat seiner Annahme zufolge die Göttin der Nothwendigkeit (ἀνάγκη) ihre Behausung *). Dass diesen beiden Philosophen die himmlische Venus bekannt war, wird uns nicht mehr verwundern, wenn wir erfahren, dass der Dienst und der Name dieser Göttin von Karthago nach dem Berge Eryx in Sicilien verpflanzt worden war **).

Der Mythenkreis und Göttercultus der Gestirnreligion verschwand mit den Chaldäern aus der Geschichte, aber die Kenntniss des Himmels, Sterndeutung und die Kunst, das Horoskop zu stellen, erhielt sich in dem Museum zu Alexandria. Hier erstand nach der Vermischung des griechischen und orientalischen Lebens durch Alexander den Grossen jene berühmte Schule der Astronomie, die nicht mehr, wie ihre Vorgängerin zu Babylon, in das mythische Dunkel der Vorzeit gehüllt ist und die die Schätze ihres Wissens und ihrer Entdeckungen an die später zu Rakka aufblühende Sternwarte der Araber übergab. Durch die Berührung mit der grossen arabischen Culturwelt des Khalifenreiches in Spanien und später an dem glänzenden Hofe

*) S. meine Untersuchungen über die Philosophie und Physik der Alten in den Abhandlungen der Fries'schen Schule. Heft 1. S. 93—97.

**) Böckh a. a. O. S. 44.

Kaiser Friedrich's II. zu Palermo kam die Astrologie in die Abendländer. Durch sie erhielt sich hier lange Zeit ein schwacher Ueberrest astronomischer Kenntnisse, bis sich durch die Bekanntschaft mit den Werken des Ptolemäus die Quellen der alexandrinischen Sternkunde öffneten.

Die Wissenschaft von den Sternen steht, seit der Zauber der Astrologie gelöst ist, in keinem Zusammenhange mehr mit den religiösen Ideen. Allein zu Melanchthon's Zeiten hatte die Kenntniss von dem Stand und Aspecten der Gestirne, die Einsicht in die Regel ihres Laufs eine gewisse religiöse Bedeutung. Denn eine geheimnissvolle höhere Weihe ruht über der Zukunft des Menschen, und mag man sie nun in den Sternen lesen, oder mag sie durch Orakel wie ein unmittelbarer Götterausspruch verkündet werden, immer sind es höhere, überirdische Mächte, denen man die Enthüllung derselben zuschreibt. Zu einer Zeit, wo man die Mechanik des Sternenlaufs noch nicht ahnete, wo man die Gesetze der Einwirkung der Gestirne auf die Erde noch nicht kannte, war es kaum zu umgehen, dass sich mythische Vorstellungen und Phantasiegebilde mit dem Begriff dieser Einwirkung verbanden; und diese Vorstellungen und Phantasiegebilde mussten offenbar dem Bilde entsprechen, das man sich vom Weltbau machte. Der architektonische Grundriss des Weltgebäudes war aber damals noch derselbe, welchen Aristoteles gezeichnet hatte. Nach diesem ist die Erde der einzige Wohnplatz belebter und vernünftiger Wesen. Das Daseyn des Menschengeschlechts ist der Endzweck der Welt, und Alles, auch die Sterne und ihr Lauf steht in Beziehung zu diesem. Die Sterne sind ein Schmuck und eine Zierde, aber sie sind keine Bewohner des Weltgebäudes. Nach Melanchthon's ausdrück-

licher Behauptung sind die Sterne keine vernünftigen und belebten Wesen. Das letztere nicht, weil sie keine organischen Körper sind, das erstere nicht, weil Gott ein vernünftiges Wesen nicht untergehen lässt, die Sterne aber beim Weltenbrand mit untergehen werden. Nach der Weltansicht der scholastischen Philosophie des damaligen Zeitalters ist der Planet kein Weltkörper in unserm Sinne, sondern eine verdichtete Stelle seines Himmelskreises, eine Lichtkugel, die sich nicht wie ein lebendes Geschöpf fortbewegt, sondern durch die Umdrehung der Himmelskreise mit herumgeführt wird *). Es ist eine uralte Ansicht, an die uns schon die Göttin der Nothwendigkeit oder der Dämon des Parmenides erinnert, der seinen Thron in der mit nie gestörter Regelmässigkeit umkreisenden Fixsternensphäre aufgeschlagen hat, dass der Sternenlauf der Regent des Schicksals, der Lenker der Heimarmene oder der Nothwendigkeit sey. Und auch dem Melanchthon und seinen Zeitgenossen ist die „Nothwendigkeit" *(Necessitas)* nichts Anderes, als die ewige Ordnung der Himmelsbewegungen. In diesem naturphilosophischen Grundgedanken wurzelt der astrologische Aberglaube.

Die Astrologie selbst besteht aus zwei ganz verschiedenartigen Theilen: der eine hat es mit der Aufsuchung des Standes der Gestirne zur Geburtsstunde, der andere mit der Deutung dieser Constellation für das Schicksal des Menschen zu thun. Der erstere beruht auf astronomischen Regeln, der andere aber auf Vorschriften, deren Grund und Entstehung, so viel ich weiss, noch Niemand genauer untersucht hat, und die wahrscheinlich selbst im

---

*) *Philip. Melanth., Initia doctrinae physicae. Witeberg.* 1589. Lib. I. p. 82.

Laufe der Jahrhunderte mancherlei Umwandelungen erlitten haben. Zu dem alten, schon von Ptolemäus gelehrten Verfahren scheint sich später eine andere, mehr mystische Weise der Sterndeutung gesellt zu haben. Peter von Abano, gewöhnlich ***Petrus Aponensis,*** auch der ***Conciliator*** genannt, hatte diese astrologischen Deutungen in ein besonderes System gebracht. Seine um 1320 abgefasste und unter dem Namen ***Planum Astrolabium*** erschienene Astrologie hat sich lange Zeit in hohem Ansehen erhalten. Er hatte die gewöhnliche Eintheilung des Thierkreises in die zwölf Häuser, aber jedem einzelnen Grade der Ekliptik legte er gewisse magische Eigenschaften bei und diese Eigenschaften vereinigte er symbolisch in eine Figur. Diese Figuren oder Bilder, ***imagines coelestes*** genannt, malte er an die neunte Sphäre, an die Sphäre des ***Primi mobilis*** in ähnlicher Weise, wie man die Sternbilder an die achte Sphäre malt. Denkt man sich nun die Planetensphären nebst der Fixsternsphäre so gestellt, wie sie zur Stunde der Geburt standen, so hat man den Stand der Gestirne zur Geburtsstunde und durch die dahinter stehenden hieroglyphischen Bilder des ***Primum mobile*** zugleich die Bedeutung dieser Constellation. Es ist leicht möglich, dass dieser Bildercyclus der neunten Sphäre mit seiner Symbolik auf uralte astrologische Mythen zurückweist. Regiomontanus gab sich grosse Mühe, die Astrologie zu reformiren und ein „rationelleres" System derselben auszubilden. Er suchte die alte astrologische Symbolik durch wissenschaftliche Prinzipien zu verdrängen. Johann Schoner schrieb ein ausführliches Lehrbuch über die Sterndeutung in diesem Sinne. Philipp Melanchthon nahm die Ansichten des Regiomontanus und Schoner an und vereinigte sie auf eine sinnige Weise mit seiner Glau-

bensansicht. Luther sowohl als Melanchthon waren weit davon entfernt, die menschliche Vernunft so herabzuwürdigen, wie es ihre Nachfolger gethan haben, und obschon sie der Meinung waren, dass der Mensch ohne Offenbarung den Weg zum Heil und zur ewigen Seeligkeit nicht finden könne, so waren sie doch auch überzeugt, dass die natürliche Erkenntniss Gottes durch die Erbsünde in der Seele zwar verdunkelt, aber doch nicht völlig verlöscht sey. Vertraut mit dem Gedanken, dass das Weltall die Schöpfung Gottes ist, sahen sie die Spuren des unsichtbaren Urhebers in seinem sichtbaren Werke, und wenn auch in dem Buche der Schöpfung das Meiste räthselhaft und unverständlich blieb, so glaubten sie darin doch die sichere Kunde von dem Daseyn der Gottheit zu lesen; ihren Willen und ihre Rathschlüsse habe dieselbe aber den Menschen durch besondere und übernatürliche Veranstaltungen enthüllt. Dies ist im Wesentlichen die Grundansicht der Reformatoren von dem Verhältniss der Offenbarung zu der natürlichen Erkenntniss, welche der Mensch durch seine Vernunft besitzt. Melanchthon hat es oft und wiederholt ausgesprochen, dass die Wissenschaft von der Bewegung und der Einwirkung der Gestirne die Gottheit verherrliche und zur Bewunderung ihrer Weisheit führe. Mit demselben systematischen Geiste, mit dem dieser umfassende Kopf die neuen Religionsansichten Luther's ordnete und begründete, stellte er in seinen Anfangsgründen der Physik auch die naturphilosophischen Grundlagen der Astrologie fest. Da diese Ansichten nicht bloss den hervorragendsten Mitarbeiter Luther's an dem grossen Werke der Reformation, sondern den Geist und die Cultur des ganzen Zeitalters charakterisiren, so werde ich hier versuchen, einen kurzen Ueberblick derselben zu geben.

Melanchthon's Astrologie ruht ganz auf dem metaphysischen Begriffssystem des Aristoteles, sowie auf dessen Grundsätzen der Naturphilosophie, besonders auf dem Prinzip, dass alle periodischen Veränderungen an der Erde von dem ewigen und unveränderlichen Kreislauf der Gestirne abhängen. Aristoteles hatte nach einer bloss logischen Unterscheidung den vier Formen der Ursachen an sich (*αἴτιον καθ' αὑτὸ*: Materie, Form, wirkende Ursach und Zweck) noch die zufälligen (*αἴτιον κατὰ συμβεβηκὸς*) an die Seite gestellt. Die zufälligen Ursachen im Gebiet der wirkenden Ursachen sind Zufall (*τὸ αὐτόματον*), im Gebiet der Endursachen Glück oder Glückszufall (*τύχη*). Davon geht Melanchthon aus. Er unterscheidet das zufällige Ereigniss *(eventus fortuitus)*, dessen Ursach wir nicht sehen oder das nicht in unserer Absicht liegt, von dem nothwendigen Ereigniss *(eventus fatalis)*, das von einer bestimmten Ursach abhängt. Bei den erstern unterscheidet er wieder mit Aristoteles Zufall *(casus)* und Glück *(fortuna)*. Wenn die Bedingung *(causa per accidens)* eines Ereignisses dasselbe ohne Ueberlegung bloss durch die Bewegung der Materie herbeiführt, so ist dies Zufall *(casus)*, z. B. wenn ein Glas auf den Boden fällt, ohne zu zerbrechen. Wenn dagegen etwas mit Ueberlegung *(deliberatio)* ausgeführt wird, sich dabei aber Etwas zuträgt, was weder vorhergesehen noch beabsichtigt war, so ist dies Glück *(fortuna)*, z. B. wenn man einen Graben gräbt und findet dabei einen Schatz. Hier entsteht die Frage, wodurch wird ein solches Ereigniss regiert, woher kommt es? Man kann nämlich nicht sagen, dass hier keine Ursach vorhanden sey, sondern nur, dass die Ursach uns unbekannt ist, z. B. in dem angeführten Falle derjenige, der den Schatz vergraben hat.

Diese *Eventus fortuiti* können nun auf sechs verschiedene Ursachen bezogen werden: 1) auf Gott, 2) auf gute Engel, dessen Diener, oder auf den Teufel und böse Geister überhaupt, 3) auf Naturanlagen (Temperament), 4) auf den Stand der Gestirne, 5) auf Sitte und Gewohnheit, 6) auf die Verschiedenheit und Beweglichkeit der Materie *(materiae fluxibilitas)*. Denn inwiefern die Materie das Prinzip der Möglichkeit aller Dinge ist, ist sie das eigentliche Prinzip des Zufalls. Dass z. B. Pharao im rothen Meere ertrank oder dass Karthago fiel, sind Schickungen Gottes, die im Rathschlusse der Vorsehung beschlossen waren. Nero's und anderer Tyrannen Unthaten rühren vom Teufel her. Von diesen übernatürlichen Einflüssen höherer Geister sowie den unmittelbaren Wirkungen Gottes unterscheidet er sorgfältig die mittelbare Wirksamkeit Gottes durch Naturkräfte. Dies letztere nennt er *Fatum physicum* und dieses ist ihm nichts Anderes, als der Stand der Gestirne. Denn der Stand der Gestirne ist nach ihm sowohl in den Elementen als im lebendigen Körper die Ursach von gewissen Beschaffenheiten und Zuständen *(qualitatum)*.

Die Astrologie gehört also streng genommen nicht zur Astronomie, sondern zur Physik. Ihr Fundament liegt in der Kenntniss der Kräfte, durch welche die Gestirne, hauptsächlich die Planeten, auf die irdische Welt wirken. Die Gestirne wirken aber durch den Ausfluss ihres Lichtes, dessen Wirkungsart und Einfluss verschieden ist, je nach der Stellung der Sterne. Die Gestirne wirken zunächst auf die Elemente und weil aus diesen der menschliche Körper besteht, auch auf diesen. Unter ihrem Einfluss wird er gebildet und ernährt. Daher der Zusammenhang der Gestirne mit den Naturanlagen, dem

Temperament und den Neigungen des Menschen. Die Gesetze dieser Einwirkung können nicht mathematisch, sondern nur physikalisch erkannt werden. Dass der Stand der Gestirne am Himmelsgewölbe allerlei Wirkungen in der sublunarischen Welt hervorbringt, zeigt die Erfahrung. Durch die wechselsweise Annäherung und Entfernung der Sonne vom Scheitel entsteht der Wechsel von Sommer und Winter. Der zunehmende Mond vermehrt die Feuchtigkeit, der abnehmende vermindert sie. Es entsteht anhaltende Dürre, wenn die trockenen Planeten Saturn und Mars in trockenen Zeichen, dem Löwen oder dem Widder zusammentreffen, kommen dagegen Saturn, Jupiter und Venus in feuchten Zeichen, dem Krebs oder den Fischen zusammen, so entsteht feuchtes Wetter.

Der Auf- und Untergang der Fixsterne hat gleichfalls Einfluss auf die Witterungserscheinungen. Wenn im ersten Frühjahr nach dem Aequinoctium die Erde wieder warm wird und die Saaten der Bewässerung bedürfen, dann bringt der Aufgang der Plejaden und Hyaden regelmässig Regengüsse. Alsdann wann Sonne und Mond im Krebs und besonders wenn sie in der Krippe zusammentreffen, wird die Oberfläche der Erde wiederum bewässert. In der Erndte ist grössere Trockenheit nöthig. Daher vermehren der Löwe und der Sirius die Hitze und Trockenheit. Endlich bringen der Aufgang des Arctur und dann der Untergang der Plejaden, der Hyaden und des Orion im Anfang des Winters wieder feuchtes Wetter.

Die, welche geboren werden, wenn Sonne und Mond in Conjunction stehen, haben eine schwächliche Gesundheit. Der Mond beherrscht nämlich die Flüssigkeiten im Körper. Wenn daher bei der Geburt das Licht des Mon-

des den Körper nicht bescheint, so wird die Mischung des Blutes darunter leiden.

Man muss es gleichsam als ein besonderes Wunder der Natur betrachten, dass der Ort des Mondes zur Zeit der Geburt derselbe ist wie zur Zeit der Empfängniss. Wenn die Geburt zur Zeit der Conjunction des Mondes und der Sonne eintritt, so hat auch die Empfängniss bei der Conjunction beider Himmelslichter stattgefunden. Zu dieser Zeit pflegt aber die Menstruation des Weibes einzutreten und wenn der Eintritt derselben durch die Empfängniss gestört wird, so bildet sich der Fötus aus dem unreinsten Blute. Deshalb verbietet ein göttliches Gesetz die Zeugungen zu dieser Zeit. Diese Congruenz des Mondorts zur Geburtsstunde mit dem zur Zeit der Empfängniss kann nicht zufällig seyn, sondern muss in Gottes Rathschluss gelegen haben.

Eine andere Erfahrung über die Wirkung des Mondes ist diese, dass in vielen Körpern die Säfte *(humores)* bei zunehmendem Monde zu- und bei abnehmendem Monde abnehmen, sowie dass nach Verschiedenheit des Standes des Mondes verschiedene Bewegungen der Säfte bei Krankheiten entstehen, worin der Ursprung der kritischen Tage liegt. In bedenklichen und gefährlichen Krankheiten pflegen nämlich von 7 zu 7 Tagen auffallende und entscheidende Aenderungen einzutreten. Der Grund derselben liegt im Mondlauf und zwar nach folgendem Gesetz: Im Allgemeinen haben die Himmelszeichen, die um einen Geviertschein von einander abstehen, entgegengesetzte Natur. So ist z. B. die Natur des Widders kriegerisch, ihm ist der Krebs entgegengesetzt, der dem Monde befreundet ist. Dem Stier, der der Venus befreundet ist, ist der Löwe entgegengesetzt, der das Haus *(domicilium)* der Sonne ist.

Da nun der Mond in 29 Tagen den ganzen Thierkreis durchläuft, so braucht er immer 7¼ Tage, um in dasjenige Himmelszeichen zu kommen, welches das vierte ist, von demjenigen an gerechnet, in dem er sich gegenwärtig befindet, und da dieses gerade entgegengesetzter Natur mit dem erstern ist, so müssen dadurch nach Verlauf dieser Frist auch Veränderungen in den Säften des Körpers hervorgerufen werden. Diese Wirkungen können verstärkt oder gemildert werden, je nach dem Stande der freundlichen oder feindlichen Planeten um dieselbe Zeit.

Ueber diese Astrologie, die ich hier ziemlich vollständig so mitgetheilt habe, wie sie sich in Melanchthon's Anfangsgründen der Physik findet, lassen sich mancherlei philosophische Betrachtungen anstellen. Zuerst bemerken wir, dass die wesentliche und gleichsam anschauliche Grundlage derselben der aristotelisch-ptolemäische Weltbau ist mit seinen beiden kosmischen Regionen: der himmlischen und der irdischen oder der Aetherwelt der Sterne und der sublunarischen Welt der vier Elemente. Dann finden wir, dass im Geist und nach der Methode der aristotelisch-scholastischen Philosophie nicht nach mathematisch construirbaren Naturgesetzen, sondern durch blosse Begriffe die Wirkungen auf ihre Ursachen bezogen werden. So wissen wir z. B. heut zu Tage, dass der jährliche Sonnenlauf in der Ekliptik der Regulator der Oscillationen ist, welche im Kreislauf der Luftströmungen unserer Atmosphäre stattfinden. Wenn zur Zeit des Frühlingsäquinoctiums die Sonne den Aequator passirt und sich hierauf wiederum dem Wendekreis des Krebses nähert, so rückt an der Erdoberfläche der Gürtel der Calmen und somit auch die nördliche Grenze des Nordostpassats etwas weiter nach Norden; sinkt dagegen die Sonne im Herbst,

so zieht sich die Region des Nordostpassats auch wieder südwärts nach dem Aequator zurück. Von dieser jährlichen Schwankung des Gürtels der Calmen hängen aber im Allgemeinen die periodischen Witterungserscheinungen in der Zone der veränderlichen Winde ab. Dies ist der wahre Zusammenhang zwischen den regelmässig wiederkehrenden meteorologischen Erscheinungen unserer Länder mit dem jährlichen Sonnenlauf am Himmelsgewölbe. Anstatt dessen betrachtet die Astrologie der früheren Zeiten die periodischen Witterungserscheinungen als unmittelbare Wirkungen gewisser Fixsterne oder Sternbilder, die nach dem jeweiligen Ort der Sonne des Nachts auf- oder untergehen, und die unregelmässigen Witterungserscheinungen oder die Störungen jener regelmässigen Perioden leitet sie von dem Lauf und der Constellation der Planeten ab. Die Art und Weise, wie nach unserer gegenwärtigen Kenntniss der Sache der Lauf der Sonne in der Ekliptik eine gewisse regelmässige Wiederkehr der Witterungsverhältnisse herbeiführt, kann man rein anschaulich, d. i. mathematisch darstellen, aber wie nach der alten astrologischen Vorstellungsart die Gestirne unmittelbar dies durch ihren Auf- oder Untergang zu gewissen Zeiten bewirken sollen, kann man sich nur durch Begriffe vorstellen, die keiner anschaulichen Darstellung fähig sind. In dieser Beziehung hat die Physik seit Galilei und Baco von Verulam eine völlig veränderte Gestalt erhalten. An die Stelle einer bloss teleologischen Naturbetrachtung ist eine mechanische Erklärungsweise aus wirkenden Ursachen getreten. Hier bestehen alle Bewirkungen in Veränderungen von Bewegungen, die sich construiren, d. i. in der Anschauung darstellen lassen. Dort dagegen kann man die Verknüpfung von Ursach und Wirkung nur nach der

Regel des Zweckbegriffes, nach dem *nexus finalis* und somit nur durch blosse Begriffe vorstellen. Aber gerade jene teleologische Naturbetrachtung war das Band, welches in früherer Zeit die Physik mit der Theologie verknüpfte. So lange die Natur noch als ein Reich der Zwecke und das Daseyn des Menschengeschlechts auf Erden als der Endzweck der Schöpfung erschien, durfte sich die Wissenschaft auch damit schmeicheln, den Plan und die Absichten des weisen und erhabenen Künstlers dieses Ganzen errathen zu können. Eine andere, als eine solche religiöse Naturansicht würde dem Geiste jenes Zeitalters nicht entsprochen haben, und wir finden in der That, dass Melanchthon, dem die neue Lehre des Kopernikus von der Bewegung der Erde nicht unbekannt geblieben war, dieselbe in seiner Physik mit einer gewissen Geringschätzung behandelt.

Das Zeitalter der Reformation war vorzugsweise eine Periode religiöser Bewegung. Die Religion stand im Mittelpunkte aller Interessen der bürgerlichen Gesellschaft. Alle Wissenschaften, alle geistigen Bestrebungen der Zeit standen in näherer oder fernerer Beziehung zu ihr, die Menschen und ihre Werke trugen eine religiöse Färbung an sich. Der grosse Aufschwung des Jahrhunderts, die grosse religiöse Bewegung, die alle übrigen Tendenzen des Zeitalters verschlang, concentrirt sich zuletzt um die Glaubenshelden der Reformation, vor Allen um Luther und Melanchthon. Luther's Kraft, Tiefe und Innigkeit der religiösen Ueberzeugung fand eine Ergänzung an Melanchthon's Gelehrsamkeit, feinem Verstand und dialektischer Schärfe. Wenn jener als der eigentliche Urheber der neuen oder erneuerten Religionsansichten, auf denen das Gebäude der protestantischen Kirche errichtet wurde,

zu betrachten ist, so hat dagegen dieser jenen Ansichten erst ihre wissenschaftliche Gestalt gegeben. Nach der Natur der Verhältnisse musste das Einverständniss und Zusammenwirken dieser beiden grossen Lehrer der evangelischen Lehre auf den Gang der ganzen wissenschaftlichen Cultur in Deutschland von Einfluss seyn. Die hohe Schule zu Wittenberg, die sie unmittelbar beherrschten, wurde zu einer Autorität, vor der sich bald Alles beugte, was sich zur neuen Lehre bekannte. Einflussreiche gelehrte Freunde erhielten und befestigten Melanchthon's Ansehen auch auswärts. Und nicht bloss in der Entwickelung der reformatorischen Ideen, sondern auch in Beziehung auf die Beförderung der klassischen und mathematischen Studien nahm dieser ausgezeichnete Geist eine bedeutende Stellung ein. Durch ihn vor Allen bildete sich ein engerer literarischer Verkehr zwischen Wittenberg und Nürnberg, damals den beiden Hauptcultursitzen unseres Vaterlandes. Er gehörte gewissermaassen beiden Städten an.

Als Melanchthon das Gymnasium zu Nürnberg einrichtete, war die Reformation in Deutschland schon im vollen Gange. In wenigen Jahren hatte ein ungeheurer Umschwung der Dinge stattgefunden. Die Reformation hatte in Deutschland zugleich einen nationalen und einen socialen Charakter angenommen, sie war einerseits ein Abfall von der in den Abendlanden allein herrschenden römischen Kirche, andererseits eine Empörung der Laienschaft gegen den Clerus. Dieselben Ursachen, welche zu einer Unabhängigkeit der Nation oder wenigstens eines Theils der Nation von der römischen Herrschaft führten, mussten auch eine völlige Umgestaltung der inneren Einrichtung der ganzen bürgerlichen Gesellschaft hervorrufen. Durch die Reformation wurde nicht bloss die alte Glau-

benslehre gestürzt, welche seit Peter dem Lombarden und Thomas von Aquino mit unerbittlicher Macht die Geister gefesselt hielt. Auf die Lehren, die man erschütterte, waren Gebräuche gegründet, die jeden Augenblick des täglichen Lebens beherrschten. Der Streit, der zuerst auf dem Gebiet der Doctrin entbrannte, musste naturgemäss einen Umsturz aller Ordnungen des Cultus zur Folge haben. Die fortgeschrittene Bildung des Laien und die Verheirathung des protestantischen Predigers warf mit einem Mal die Scheidewand um, die bisher zwischen Priestern und Laien bestanden hatte. An dies Beides knüpften sich dann gewichtige Fragen des Rechts und der Verwaltung, deren Entscheidung grosse Besitzveränderungen herbeiführen musste. So griff die grosse religiöse Bewegung des 16. Jahrhunderts umgestaltend in alle bürgerlichen und staatlichen Verhältnisse ein.

Die Geschichte einer Wissenschaft hat nur die Fortschritte zu berichten, die in dieser Wissenschaft gethan worden sind; die Culturgeschichte muss die Fortbildung der Wissenschaft im Lichte des Jahrhunderts darstellen, in dem sie stattgefunden hat; sie darf auch die äussern Umstände und Bedingungen nicht unerwähnt lassen, welche auf die Cultur der Wissenschaft eingewirkt und ihr geistige Kräfte zugeführt oder entzogen haben. Jene betrachtet die Früchte, die die Zeiten allmälig zur Reife gebracht haben, und verweilt bei den Perioden ihrer stufenweisen Entwickelung, diese wirft auch einen Blick auf den Boden, der diese Früchte getragen hat.

Wenn das Deutschland aus dem Zeitalter der Reformation plötzlich vor unsere Augen träte, wir würden das Land kaum wieder erkennen, das wir bewohnen. Viele Quadratmeilen, welche jetzt Kornland und Wiese sind,

durchzogen von Eisenbahnen und Chausseen, würden sich uns als dichtbestandene Laub- und Nadelwälder darstellen, bevölkert von Hirschen, Rehen und wilden Schweinen. Wir würden vereinzelte Hütten, von Holz erbaut und mit Stroh bedeckt, erblicken, wo jetzt volkreiche Dörfer, anmuthige Landsitze oder stattliche Fabrikgebäude stehen. Tracht und Sitten des Volkes, Fuhrwerk und Hausgeräth, das Innere der Wohnungen, Alles würden wir anders finden, als wir es zu sehen gewohnt sind. Der Zustand eines Gemeinwesens hängt vor allen Dingen ab von der Zahl der Glieder, welche die grosse bürgerliche Familie bilden. Obwohl wir die Volkszahl, welche Deutschland zu Luther's Zeiten besass, nicht kennen, so scheint es doch, dass dieselbe etwa der Hälfte der gegenwärtigen Bevölkerung gleichkam. In demselben Verhältniss waren auch die Erzeugnisse des Pflanzen- und Thierreichs geringer als gegenwärtig. Der Bergbau auf Silber war zwar in Deutschland schon längst im Gange, allein der übrige Mineralreichthum des Landes, der jetzt zum Theil die Basis unserer Industrie bildet, lag noch unbekannt und unbenutzt im Schoosse der Erde. Die Transportmittel, welche dadurch, dass sie den Austausch der verschiedenartigen Erzeugnisse der Natur und Kunst erleichtern und alle Zweige der grossen menschlichen Familie verknüpfen, so mächtig auf die Civilisation des Menschengeschlechts wirken, waren in jenem Zeitraum der Geschichte äusserst dürftig. Ein Römer aus den Zeiten Trajan's würde sich gewundert haben über den schlechten Zustand der Heeresstrassen im heiligen römischen Reich zu Maximilian's und Karl's V. Zeiten. Die Gleise waren ausgefahren, die Steigungen steil, in den Gebirgen war die Landstrasse oft nicht ohne Lebensgefahr zu befahren. Grössere Reisen

machte man meist zu Pferde. Kutschen scheinen nur Grafen und Fürsten besessen zu haben. Zu der berühmten Leipziger Disputation mit Eck zogen Luther und Melanchthon, Karlstadt und der junge Herzog Barnim von Pommern, der damals als Student die Würde eines Rectors in Wittenberg bekleidete, in einigen offenen Rollwagen durch Leipzigs Thore ein. Um sie her zu Fuss gingen einige hundert Studenten mit Hellebarden, Handbeilen und Spiessen. Dies kann uns eine Vorstellung von der Geschwindigkeit des damaligen Reisens geben.

Wir würden uns sehr täuschen, wenn wir die feste und geordnete Form unserer Staatseinrichtungen, den gesicherten Zustand des Rechts, in dem wir zu leben gewohnt sind, in jenen früheren Zeiten unseres Volkes wieder zu finden glaubten. Alles war dort noch im Werden. Die ganze Nation befand sich in einer beständigen Bebung und Schwankung. Das Kaiserthum war keine erbliche Würde. Der Beherrscher des Reichs leitete den Ursprung seiner Macht aus einer doppelten Quelle ab: der Wahl der Churfürsten und der Salbung durch den Papst. Diese beiden einander fremdartigen Mächte, die die Person des Regenten erst mit dem kaiserlichen Ansehen bekleideten, suchten sich natürlich auch in die Reichsregierung mit einzumischen. Eine Grenze zwischen der Prärogative der kaiserlichen Gewalt und der Macht der Landesfürsten war nicht gezogen. Die Stände des Reichs, nicht zufrieden mit der Theilnahme an der Gesetzgebung, forderten auch einen Antheil an der Regierung und Jurisdiction. Die gegenseitigen Rechte und Pflichten des Oberhaupts und der Stände waren zweifelhaft und streitig. Eine stehende Kriegsmacht, welche das Ansehen der königlichen Würde sowie des Gesetzes aufrecht erhalten hätte, gab es nicht.

Ein Finanzsystem konnte nicht zu Stande gebracht werden. Der Landfriede, der wiederholt geboten worden, wurde nicht beobachtet. Alle Stände waren wider einander, Fürsten und Adel, Ritter und Städte, Geistliche und Laien, die höhern Klassen überhaupt und die Bauern.

Unter Maximilian klagten die Stände: „Weder zu Lande noch zu Wasser seyen die Strassen sicher; man kümmere sich um kein Geleite weder des Hauptes noch der Glieder; weder der Unterthan noch der Schutzverwandte werde geschirmt; der Ackersmann, der alle Stände nähre, gehe zu Grunde; Wittwen und Waisen seyen verlassen; kein Pilgrim, keine Botschaft, kein Handelsmann könne die Strasse ziehen, um sein gutes Werk oder seinen Auftrag oder sein Geschäft auszurichten. Dazu komme der überschwängliche Aufwand in Kleidung und Zehrung; der Reichthum gehe in fremde Lande, vor Allem nach Rom, wo man täglich neue Lasten erfinde; wie schädlich sey es, dass man die Kriegsknechte, die zuweilen gegen Kaiser und Reich gestritten, wieder nach Hause gehen lasse; eben das bringe die Meuterei in dem gemeinen Bauersmann hervor.“

Auf den Burgen am Rhein, in Franken und Schwaben hauste eine zahlreiche Reichsritterschaft, die kein anderes Oberhaupt anerkannte, als den Kaiser. Diese Ritter glichen in ihren Sitten, Neigungen und Beschäftigungen noch immer ihren Vorfahren aus dem Zeitalter Karl's IV. Die Jagd in ihren Wäldern und auf ihren Bergen, wechselnd mit nächtlichen Gelagen in der Burg, war ihre Belustigung, der Krieg ihr Gewerbe. In beständiger Fehde unter sich oder mit den Städten, gefährdeten sie die Sicherheit der Landstrassen und beraubten den friedlichen Kaufmann. Im Mai 1512 griffen Götz von Berlichingen und

Selbitz mit einer Reiterschaar von 130 Mann den Waarenzug der Nürnberger, der unter dem Geleite des Bischofs von Bamberg von der Leipziger Messe kam, bei Forchheim an; 31 Personen wurden gefangen hinweggeführt; in dem Walde bei Schweinfurt wurde gefüttert und die Beute getheilt. Die Städte wehrten sich, so gut sie konnten. Nürnberg stand immer gerüstet da. Seine bewaffneten Reissigen rächten jeden erlittenen Schaden in dem Gebiete der Gegner. Der ganze Druck lastete auf dem wehrlosen Bauer und Landmann. Ohne rechtlichen und bewaffneten Schutz war er den Gewaltthätigkeiten des Adels oder der Städte preisgegeben. Er zahlte doppelte Steuern: an das Reich und an seinen Grundherrn. Aus seiner Mitte wurden die Schaaren der Landsknechte gezogen, die in den einzelnen Fehden unter dem Panier eines Ritters oder einer Stadt, in den grösseren Kriegen unter der Fahne des Reichs fochten. Dazu kam nun die grosse religiöse Bewegung, die sich aller Gemüther bemächtigte. Die evangelische Lehre, auf den Kanzeln gepredigt und in Schriften verbreitet, griff reissend schnell um sich. Die ganze Nation gerieth plötzlich in einen Zustand ungeheurer Aufregung, der nur mit demjenigen verglichen werden kann, den wir vor Kurzem selbst erlebt haben. Schon seit dem berühmten Reichstage zu Worms gährte und kochte es allenthalben im gemeinen Volke; Jedermann besorgte den Ausbruch einer Empörung. Im Jahre 1522 vereinigte Franz von Sickingen einen grossen Theil des Reichsadels zu jenem historisch denkwürdig gewordenen Angriff auf die Fürstenmacht, dessen unheilvoller Ausgang die Macht der Reichsritter für immer brach. Drei Jahre später brach gleichzeitig in Süd- und Mitteldeutschland der furchtbare Bauernaufstand aus, der alle

Ordnungen des bürgerlichen Lebens in ihren Grundvesten zu erschüttern, selbst die politische Existenz der Nation zu gefährden drohte. Der Kaiser sass indess ruhig in Spanien, seine Aufmerksamkeit war weit mehr auf den Ausgang der italienischen Kriege und die Eroberung der Goldländer von Mexiko und Peru, als auf die deutschen Angelegenheiten gerichtet. Von keiner kräftigen Centralgewalt gebändigt, geriethen hier die entfesselten Elemente im wilden Kampf an einander. Aus diesem Kampfe gingen die Fürsten siegreich hervor: an ihrer Macht brach die aristokratische Bewegung des Adels, sowie die demokratische Bewegung des Bauernstandes.

Wie verschieden von diesem Bilde der Vergangenheit ist der gegenwärtige Zustand unseres Vaterlandes! Jene Burgen, die einst die Stärke des Landes und der Schrecken des friedlichen Bürgers und Landmanns waren, sind verfallen; die Nachkommen ihrer früheren Bewohner, wenn sie im Laufe der Zeiten nicht untergegangen sind, haben sich in die Städte zurückgezogen, die ihre Ahnherren einst befehdeten, oder haben sich reizende Landsitze erbaut, die an Anmuth der Lage und Pracht der innern Einrichtung nicht selten mit den englischen wetteifern. Unter dem kräftigen Schutz der Gesetze hat sich der Zustand des Rechts befestigt, der Wohlstand gleichmässig über Stadt und Land ausgebreitet. Der Boden ist von den Feudallasten befreit. Der Landmann sammelt in Ruhe und Friede seine Erndten in seine Scheuern. Der Kaufmann versendet seine Waaren, ohne einen räuberischen Angriff auf dieselben zu besorgen.

Und doch konnten schon damals einem Italiener die deutschen Zustände im Vergleich mit seinem Vaterlande, wo der Krieg öfters im Innern der Städte tobte, wo über-

all eine Faction die andere verjagte, glücklich und sicher vorkommen. Raub und Verwüstung trafen in Deutschland eigentlich nur das platte Land und die Landstrassen. Die mächtigeren Reichsstädte und die grösseren Gemeinwesen, die wie Sachsen oder Hessen unter der Verwaltung eines mächtigen und kräftigen Fürsten standen, genossen in ihrem Innern meist Schutz und Ruhe, der feindliche Nachbar wagte höchstens ihre Grenzen zu beunruhigen. In Deutschland lebten im Grunde nur die einzelnen Gemeinwesen, die zum Ganzen des Reiches vereinigt waren, in stetem Streit und Hader; in Italien drang die Zerrissenheit bis in die städtischen Gemeinwesen selbst ein. Dieser Umstand ist auf die geistige und politische Entwickelung beider Nationen von unverkennbaren Folgen gewesen.

Der Handel bricht sich seine Bahn, wie auch der Zustand des Landes und seiner Bevölkerung beschaffen seyn mag. Unter kriegerischem Geleit ziehen Karavanen durch die Wüsten von Afrika und Arabien in steter Gefahr, von raublustigen Nomadenstämmen angehalten und geplündert zu werden. Aber Wissenschaften und Künste gedeihen nur im Schoosse des Friedens. Wir können uns vielleicht jetzt darüber wundern, dass in einer grossen bürgerlichen Gesellschaft, die wie die deutsche Nation im Zeitalter der Reformation von gewaltigen Stürmen erschüttert und innerlich voll feindlicher, wider einander strebender Elemente, Kunst und Wissenschaft einen so hohen Aufschwung nehmen konnte. Aber wir müssen bedenken, dass die Künste des Friedens in den festen Ringmauern der Städte geborgen waren, und dass sich die Nation im Ganzen an den herrschenden Zustand der Unruhe und des Tumults gewöhnt hatte. Werfen wir noch einen flüchtigen Blick auf die Städte, so sehen wir erst die Lichtseite dieses Gemäl-

des. Wenn der Bauernstand, in dessen Natur es liegt, die Grundlage für das Gebäude der Volkswohlfahrt zu bilden, der Gefahr der Verkümmerung und der Verzweiflung ausgesetzt war, wenn das Ritterthum von seiner mittelalterlichen geistigen Bedeutsamkeit herabgesunken in einer socialen Krise sich befand, so erreichte dagegen das Bürgerthum in den Städten vor der Reformation die höchste Stufe seiner Entwickelung und in ihm lag der eigentliche Schwerpunkt der Nation. Das Leben in diesen Städten und besonders in den Reichsstädten gewährte damals ein ganz anderes Bild als heut zu Tage. In ihren Mauern lebte in altehrwürdiger Sitte und Zucht eine stolze, freie, wehrhafte Bevölkerung kunstfertig und kunstliebend, voll tiefsinnigen Ernstes, voll heitern, ja ausgelassenen Humors. Um den Typus des damaligen Bürgers der freien Reichsstädte zu bezeichnen, will ich nur an den Schuhmachermeister und Meistersänger Hans Sachs erinnern, der zu St. Catharina in Nürnberg eine Singschule hielt, die aus zweihundert Schülern bestand. Biblische und weltliche Historien, Geschichte und Fabel gab der ehrwürdige Meister in zierlichen Reimen und im Geiste einer eigenthümlichen dichterischen Weltansicht wieder. Die Ursach des raschen Emporblühens der Städte, die Quelle ihres Reichthums und ihrer Macht lag neben ihrem bewundernswürdigen Staatshaushalt und ihrem grossen politischen Takte in ihrer Gewerbthätigkeit und ihrem Weltverkehr. Damals, wir dürfen das nicht vergessen, gehörte Italien noch mit zum heiligen Römischen Reich. Venedig, die Feenstadt, die in morgenländischer Zauberpracht wie ein Wunder aus den Fluthen des Meeres emporgestiegen war, jetzt Besitzerin der Inseln im Osten und des benachbarten Festlandes, beherrschte das Mittelmeer und den Handel mit der Levante

und Indien. Dort war das grösste Emporium der Welt. Von dort ging der Zug des Welthandels durch Deutschland über Augsburg und Nürnberg und von da theils den Rhein herunter nach Köln und den Niederlanden, theils nach dem nördlichen Deutschland zu den Städten der Hansa. Die deutschen Kaufherrn brachten mit den Produkten des Orients die Industrieerzeugnisse ihrer eigenen Städte mit auf die Märkte im skandinavischen Norden und slavischen Osten, die ausser ihnen fremde Handelsleute nicht besuchten. Schon in der Mitte des sechszehnten Jahrhunderts sind die deutschen Städte das nicht mehr, was sie im Anfang desselben Jahrhunderts waren. Zwei Umstände vereinigten sich zu ihrem Verfall. Die Eröffnung der Seewege durch die Portugiesen und Spanier vernichtete den Handel Venedigs und der Hansa und untergrub dadurch den Wohlstand der deutschen Städte. Die Reformation entfremdete sie dem Kaiser und brachte sie in eine untergeordnete politische Stellung gegen die aufstrebende Fürstenmacht. Vor dieser Epoche hatten besonders die Reichsstädte fast immer zu den Kaisern gehalten und sie wurden, als die mystische Glorie des Kaiserthums zu verbleichen begann, eine der Hauptstützen der kaiserlichen Macht. Sie waren das friedeliebende Element im Reich. Gleiches Interesse der Politik und des Handels hielt sie zusammen und machte sie zu gegenseitigem Schutz geneigt. Die kriegerische Ueberlegenheit der Städte bestand in der Artillerie. Die Geschützmeister der Heere waren fast immer Bürger aus den Städten, während das Land das Fussvolk (die Landsknechte) lieferte und die Ritterschaft die Reiterei ins Feld stellte. Die im Reich vorhandenen Kräfte der Ordnung waren stark genug, um selbst die destructiven Tendenzen zu unterdrücken, die im Gefolge der Reformation auftauch-

ten und die wie der Bauerntumult und das tolle Treiben der Wiedertäufer in Münster die gebildete Welt mit allgemeiner Auflösung und Umkehr bedrohten. Die grosse religiöse Bewegung in Deutschland, welche die schon seit dem Concil von Basel und dem Hussitenkriege erschütterte Gewalt der Hierarchie völlig brach, war von der Art, dass sie die einmal gewonnene Grundlage der Cultur nicht zerstörte, sondern vielmehr eine Veränderung der Ideen bewirkte, welche von den wohlthätigsten Folgen für die Civilisation des Menschengeschlechts gewesen ist. Durch die vielseitige Beschäftigung mit dem klassischen Alterthum und durch die aus ihrer Mitte hervorgegangene Erfindung der Buchdruckerkunst war die Nation rasch auf eine hohe Stufe der Cultur gestiegen. Vor dem Ausbruch des dreissigjährigen Krieges, der einen grossen Theil der schon gewonnenen Cultur wieder zerstörte, besassen in Böhmen viele Bürger aus dem Mittelstande die Kenntniss der lateinischen Sprache, in den meisten Städten dieses Landes traf man Bibliotheken an. Heut zu Tage würde man sich dort vergebens darnach umsehen. Eulenspiegel und Reinecke Fuchs, die Schriften von Rosenblüt und Sebastian Brant waren die Lieblingslectüre des Volkes. Bis zum Jahre 1518 waren die Erzeugnisse der deutschen Volksliteratur nicht zahlreich, der Kreis, in dem sie sich bewegte, nur eng. Im Jahre 1517 zählte man nicht mehr als 37 deutsche Drucke: Lajenspiegel, Arzneibüchlein, Kräuterbücher, kleine Erbauungsschriften, fliegende Zeitungsnachrichten, amtliche Bekanntmachungen, Reisen und poetische Erzeugnisse des Volkswitzes. Schon drei Jahre später betrug diese Zahl mehr als das Fünffache, noch drei Jahre darauf mehr als das Dreizehnfache *). Der jährliche Beitrag, den Luther dazu lie-

*) Ich gebe hier eine statistische Uebersicht von der raschen Zu-

ferte, machte bisweilen den vierten, bisweilen den dritten, und in den ersten Jahren sogar die Hälfte der gesammten deutschen Literatur aus. „Selbstherrschender, gewaltiger,“ sagt Ranke von ihm, „ist wohl nie ein Schriftsteller aufgetreten, in keiner Nation der Welt. Auch dürfte kein Anderer zu nennen seyn, der die vollkommenste Verständlichkeit und Popularität, gesunden, treuherzigen Menschenverstand mit so viel ächtem Geist, Schwung und Genius vereinigt hätte. Er gab der Literatur den Charakter, den sie seitdem behalten, der Forschung, des Tiefsinns und des Kriegs. Er begann das grosse Gespräch, das die seitdem verflossenen Jahrhunderte daher auf dem deutschen Boden Statt gefunden hat, leider nur zu oft unterbrochen durch Gewaltthaten und fremde Politik.“ Dieser ausserordentliche Mann, der vollkommenste Repräsentant des deutschen Nationalcharakters, war gleichsam das verbindende Mittelglied zwischen der wissenschaftlichen und der Volksliteratur. Durch Luther und Melanchthon wurde Wittenberg der Mittelpunkt der grossen religiösen Bewegung und ein Sitz hoher vaterländischer Cultur neben Nürnberg. Hier wurden zuerst die scholastischen Formen des akademischen Unterrichts abgestreift. Hier entstand die erste Universität im neuern Styl. Und nun erfolgte der grosse, allgemeine Umschwung der philosophischen Denkweise. Der mit der päpstlichen Hierarchie verbündete scholasti-

---

nahme der deutschen Volksliteratur innerhalb dieses kurzen Zeitraums von sechs Jahren. Es erschienen im Jahre

1518	71 deutsche Drucke, davon waren	20	allein von Luther
1519	111 - - - -	50	- - -
1520	208 - - - -	133	- - -
1521	211 - - - -	40	- - -
1522	347 - - - -	130	- - -
1523	498 - - - -	183	- - -

sche Realismus machte dem Nominalismus Platz, der dem deutschen Charakter mehr zusagte. Luther und Melanchthon gingen vom Nominalismus aus. Der religiöse Ideenkreis des Mittelalters von dem Mysterium der Messe bis zu dem von Bonaventura begründeten Mariencultus wurde verlassen. In Lehre und Gebräuchen griff man entweder auf die älteren Zeiten zurück oder sann auf Neues. Der germanische Geist rang sich mit aller Macht los von der ihm aufgedrungenen romanischen Bildung; mit Selbstständigkeit schlug er allenthalben neue Bahnen ein. Die romanischen Völker bestanden grösstentheils noch aus den Stämmen, von denen die Herrlichkeit des Alterthums ausgegangen war. In Italien durfte man die alte lateinische Culturwelt wohl als die eigene nationale Vorzeit ansehen, aber in Deutschland trat ein Volksstamm, dessen Ursprünglichkeit und eigenthümliche Geistestiefe sich bald kund gab, die hellenische und römische Erbschaft an. Denn nachdem in unglaublich kurzer Zeit der germanische Geist in das Verständniss des Alterthums eingedrungen war, trat er aus eigener Anschauung der Dinge dem Geheimniss der Natur um einen bedeutenden Schritt näher. Man kann nicht sagen, dass dies Alles die Wirkung der Reformation gewesen sey, Kopernikus z. B. wurde von ihr gar nicht berührt, aber es war grösstentheils die Wirkung derjenigen Ursachen, welche auch die Reformation herbeigeführt haben.

Die Wissenschaften waren freilich, auch nachdem der deutsche Geist sich in seiner Eigenthümlichkeit und Selbstständigkeit zu entwickeln begann, noch immer an den Gebrauch der lateinischen Sprache gebunden, aber glücklicherweise hinderte der Genius dieser Sprache die Entfaltung des eigenen Genius am wenigsten gerade in denjenigen Gebieten, in denen die Deutschen von Regiomontanus bis auf

Keppler die grössten Fortschritte machten: in der Mathematik und Astronomie.

Noch inmitten der grossen kirchlichen Umwälzung fand unerwartet eine grosse Revolution auch auf dem Gebiete der Sternkunde statt. Fern von dem Schauplatz der Bewegung in der stillen Zurückgezogenheit eines Domstiftes entdeckte Kopernikus, der Mann freien Geistes, wie ihn Keppler in der Einleitung zu seinen Rudolphinischen Tafeln nennt, das wahre Weltsystem. Diese Entdeckung stand in keiner Beziehung zu den weltgeschichtlichen Vorgängen in Deutschland, auch stand ihr Urheber in keinem Zusammenhange mit einer gelehrten Körperschaft, noch mit einem der damals bekannten Astronomen. Die neue Lehre erschien daher plötzlich wie ein neuer Stern im Osten.

Nikolaus Kopernikus, 1473, drei Jahre vor dem Tode des Regiomontanus, zu Thorn, einer einst durch Handel blühenden Stadt am rechten Ufer der Weichsel, geboren, studirte in Krakau neben der Medicin, die nach dem Wunsche seines Vaters einst sein Beruf werden sollte, die alten Sprachen, Philosophie und Astronomie. In der letztern unterrichtete ihn Albert Brudzewsky, der ihn privatim die Handhabung des Astrolabiums lehrte. Neben diesen Studien verwendete er noch einen besondern Fleiss auf die Perspective und übte sich im Zeichnen. Der Gedanke an Regiomontanus' Ruhm, der damals nach allen Seiten hin befruchtend und anregend auf die Geister wirkte, erfüllte die feurige Seele des Jünglings. Die Vervollkommnung der Sternkunde war das Ziel, nach dem seitdem die wissenschaftlichen Köpfe Deutschlands strebten. Die Arbeit, die der ehrwürdige Meister begonnen und von der ein frühzeitiger Tod ihn abberufen hatte, blieb jetzt seinen Nachfolgern zu vollenden überlassen. Kopernikus fühlte

sich berufen, an diesem Werke thätigen Theil zu nehmen. Nach einem kurzen Aufenthalte im elterlichen Hause trat er, 23 Jahre alt, eine Reise nach Italien an. Längere Zeit weilte er bei Dominicus Maria aus Ferrara, der wahrscheinlich ein Schüler des Bianchini war und damals in Bologna mit grossem Beifall die Astronomie lehrte. Maria hatte bemerkt, dass die Polhöhe vieler Städte nicht mehr dieselbe war, als wie sie Ptolemäus angegeben hatte. Anstatt dies den Fehlern der Beobachtungen zuzuschreiben, glaubte er den Grund davon in einer Verrückung der Erdaxe zu finden. Man erzählt, dass Kopernikus dieser Erklärung beigestimmt habe. Sollte auch in der That hierdurch in dem Geiste des Kopernikus zuerst der Gedanke an eine Bewegung der Erde erweckt worden seyn, so kann eine unparteiische historische Kritik hierin doch keineswegs den Keim zu dem kopernikanischen Weltsystem finden. Die Idee des Dominicus Maria von einer Verrückung der Erdaxe entspricht keiner der drei Bewegungen, welche Kopernikus der Erde beilegt, aber sie könnte möglicherweise durch ein Missverständniss der Vorstellung, welche sich Nicolaus von Cusa von einer Drehung der Erde um eine Aequatorialaxe machte, entstanden seyn. Indessen bei dem Mangel historischer Urkunden lässt sich nicht sagen, ob der Lehrer und Freund des Kopernikus eine Kenntniss von der Ansicht des deutschen Cardinals gehabt oder ob er unabhängig davon auf seine Vorstellung gekommen sey *).

*) *Delectavit autem illum (Dominicum Mariam)*, so erzählt Gassendi im Leben des Kopernikus, *maxime non improbari Copernico suspicionem, qua tenebatur, ne Poli in eodem loco altitudo non tam constans foret, quam vulgo haberetur; quod ea deprehenderetur a Ptolemaei tempore in omnibus propemodum Italiae locis increvisse ac in Gaditano etiam freto, ubi cum tempore Ptolemaei Polus Bo-*

Nach einem sechsjährigen Aufenhalte in Padua, Bologna und Rom kehrte Kopernikus in seine Heimath zurück. Durch die Gunst seines Oheims, des Bischofs von Ermland, Lucas Waisselrode von Allen, 1510 zum Domherrn von Frauenburg ernannt, lebte er in dieser sorgenfreien Stellung bis an seinen Tod, den 24. Mai 1543. Die grosse Kirchenveränderung ging an ihm vorüber, ohne ihn zu berühren. Sein Leben, arm an äussern Ereignissen, war den Wissenschaften und stiller Wohlthätigkeit gewidmet.

Um die Stellung des Kopernikus zu seiner Zeit und in der Geschichte der Wissenschaft gehörig zu würdigen, scheint es mir nöthig, vorerst einen Blick auf die Beschaffenheit der damaligen Fundamente der Astronomie zu werfen. Zwei grosse und einfache Thatsachen sind es, auf denen das ganze Gebäude der Astronomie ruht: die tägliche gleichförmige Umdrehung der Himmelskugel und die unveränderte feste Stellung der Fixsterne an dieser. Die genauesten Charten, worauf man ihre Lage gegen einander eingetragen hat, weichen nach Jahrhunderten und Jahrtausenden nicht merklich vom Himmel ab. Dieser Umstand gibt uns feste Punkte, Stationen am Himmel, auf die wir die Bewegung der wandernden Weltkörper und alle Veränderungen am Firmament beziehen können. Eine genaue Vermessung des Gefildes der Fixsterne und correcte Ein-

---

reus attolleretur solum $36\frac{1}{4}°$, *attolleretur jam tum* $37\frac{2}{5}°$; *quod ille quidem prodiderat, in quodam Prognostico, ante octo annos.* Eine Verrückung des Pols würde im kopernikanischen Weltsystem eine Bewegung des Horizonts voraussetzen, was keinen Sinn hat. Nach dem ptolemäischen System kann man wohl den abenteuerlichen Gedanken einer Verrückung der Weltaxe und mit ihr des ganzen Weltgebäudes, während die Erde fest liegen bleibt, fassen; aber es würde durch eine solche Verrückung eine Aenderung in der Lage des Erdäquators und der geographischen Breiten aller Oerter eintreten.

tragung ihrer Oerter in Charten oder Verzeichnisse ist daher das wichtigste Fundament der Astronomie. Man kennt den Ort eines Gestirnes an der Himmelskugel, wenn sein Abstand von zwei bekannten Punkten derselben gemessen wird. Als solche Punkte bieten sich von selbst der Pol der Himmelskugel und der Frühlingsnachtgleichenpunkt dar. Da aber in Folge des Vorrückens der Nachtgleichen diese beiden Punkte an der Himmelskugel beweglich sind, so ist eine solche Vermessung nur für einen bestimmten Zeitpunkt (die Epoche) giltig, und man muss den jährlichen Betrag des Vorrückens der Nachtgleichen kennen, wenn man die im Catalog angegebenen Oerter der Fixsterne auf einen andern Zeitpunkt reduciren will. Dies Beides, die Oerter der Fixsterne an der Himmelskugel und die Grösse, um die sich der Abstand derselben vom Frühlingsnachtgleichenpunkte, dem Anfangspunkte aller Zählungen am Himmel, jährlich verändert, muss man also wissen, wenn man die Gesetze der Bewegung der Sonne, des Mondes und der Planeten erforschen will und es wird diese Erforschung um so genauer gelingen, einen je grössern Grad von Genauigkeit das Fundament besitzt, auf das sie sich gründet.

Das Fundament der Astronomie zu Kopernikus' Zeiten war noch dasselbe, welches Hipparch 130 Jahre vor Christo gelegt hatte. Sein Fixsterncatalog ist in seiner ursprünglichen Gestalt nicht auf uns gekommen. Der Almagest des Ptolemäus enthält ein Verzeichniss von 1022 Sternen, in 48 Sternbilder vertheilt, und nach Länge und Breite bestimmt, für die Epoche 137 nach Christo. Allein Ptolemäus, der sein Augenmerk auf die Astronomie des Planetensystems gerichtet hatte, stellte nur einige wenige Fixsternbeobachtungen an, um durch Vergleichung derselben mit den Beobachtungen des Hipparch die Grösse der Prä-

zession in der Zwischenzeit zu ermitteln. Diese Grösse addirte er zu den Längen des Hipparchischen Catalogs hinzu, in der Ueberzeugung, dass er durch diese Reduction den Stand des Himmels für seine Epoche erhalten würde. Der Fixsterncatalog, welcher dadurch entstand, litt fast an all den Fehlern, welche sich durch die Art seiner Entstehung einschleichen konnten. Ptolemäus hatte die Grösse des Vorrückens zu einem Grad in hundert Jahren bestimmt, also kleiner als die wahre. Zu dieser fehlerhaften Bestimmung des Reductionscoeffizienten gesellten sich die aus der Unsicherheit der Ueberlieferung entstandenen Irrthümer. Zwischen der Epoche des Hipparch und der des Ptolemäus lag ein Zeitraum von 267 Jahren. Innerhalb dieses Zeitraums waren gewiss wiederholte Abschriften davon genommen worden, ehe es in die Hände des Ptolemäus gelangte. Die Fehler der Abschreiber hatten sich dadurch vermischt mit den möglichen Irrthümern, die in dem ursprünglichen Catalog des Hipparch standen. Dazu kam, dass Hipparch nur bis auf 10 Minuten genau beobachtet hatte. Wollte man aber zu einer Kenntniss der wahren Bewegung der Planeten gelangen, so musste die Genauigkeit der Beobachtungen zu einem weit höheren Grade gebracht werden. Aber selbst bis auf diese zehn Minuten stimmte das Hipparchische Verzeichniss nicht durchgängig mit dem Himmel überein, sondern wich bisweilen einen halben, bisweilen sogar einen ganzen Grad von demselben ab. Ein Theil der Schuld davon mochte wohl daher stammen, dass Hipparch von der Sonne vermittelst des Mondes zur Bestimmung der Fixsternörter gelangt war, was bisweilen einen Fehler von $\frac{1}{4}^{0}$, bisweilen sogar von $\frac{1}{2}^{0}$ zur Folge haben kann. Ueberdiess vernachlässigte er die Refraction der Sonne am Horizont, weil er sie nicht kannte.

So unsicher war das Fundament, auf das sich noch zu den Zeiten des Kopernikus die Sternkunde gründete. Al Batani hatte zwar durch eigene Beobachtungen die Oerter einiger Fixsterne in der Länge zu verbessern gesucht. Dabei verfuhr er so, dass er den gleichzeitigen Meridiandurchgang dieser Fixsterne mit dem Monde beobachtete. Bei diesem Verfahren wird der Ort des Mondes als bekannt vorausgesetzt. Allein da man den Abstand des Mondes von dem Frühlingsnachtgleichenpunkt (die wahre Länge desselben) nicht unmittelbar durch Messung, sondern nur durch Rechnung finden kann, diese Berechnung aber die vollständige Kenntniss der ausserordentlich verwickelten Mondbewegung voraussetzt, so gewährt diese Methode noch weniger Zuverlässigkeit, als die vom Hipparch angewendete. Aus der Vergleichung seiner fehlerhaften Beobachtungen mit denen des Ptolemäus fand er, dass die Bewegung der Nachtgleichen schon in 66 Jahren einen Grad betrage und zog hieraus den falschen Schluss, dass diese Bewegung an Geschwindigkeit zugenommen habe. Die ungeheueren Summen, welche der König von Castilien, Alphons X., der Ahnherr Kaiser Rudolf's II., auf die Verfertigung der nach seinem Namen benannten Tafeln verwendete (man erzählt von 400000 Ducaten), waren nutzlos für die Wissenschaft verschwendet, theils wegen der Ungenauigkeit der Fundamente, auf denen sie ruhten, theils wegen der Nachlässigkeit, mit welcher die damit beauftragten Astronomen bei ihrer Berechnung verfuhren.

Um die Oerter der Planeten an der Himmelskugel genauer bestimmen zu können, hätte man vor allen Dingen die Oerter der Fixsterne an der Himmelskugel genauer kennen müssen, denn den Ort, den der Planet zur Zeit der Beobachtung an der Himmelskugel einnahm,

konnte man nur dadurch ermitteln, dass man seinen Abstand von bekannten Fixsternen mass. Kopernikus, so bezeugt Rheticus, wusste, dass die Fixsterne in dem Catalog des Ptolemäus nicht genau an diejenige Stelle der Himmelskugel gesetzt werden, wo sie wirklich stehen *), aber er unternahm nichts, was zur Sicherheit oder Berichtigung des Fundaments der Astronomie hätte dienen können. Er stellte zwar Beobachtungen an, aber nicht um ein neues Fundament der Astronomie zu legen, sondern nur um durch Vergleichung mit den ältern Beobachtungen die Veränderungen zu erkennen, die im Laufe der Zeiten am Himmel stattgefunden. Nachdem er die Polhöhe von Frauenburg gemessen, suchte er den Betrag des Vorrückens der Nachtgleichen zu ermitteln, um vermittelst desselben die Sternörter des Ptolemäus auf seine Zeit reduciren zu können. Dabei ging er von Beobachtungen der Spica aus. Da er aber keine Armillarsphäre besass, so konnte er den Abstand dieses Sternes von dem Frühlingsnachtgleichenpunkte nicht unmittelbar messen. Er beobachtete nur die Declination der Spica, und indem er die Breite derselben, die nicht ohne Ungenauigkeit ist, aus dem Catalog des Ptolemäus entnahm, leitete er aus diesen beiden ihre Länge ab. Hierbei verfuhr er so. Er reducirte den Ort der Spica auf den Ort des ersten Sterns im Horn des Widders, indem er dessen Abstand in der Länge von der Spica nach dem Catalog des Ptolemäus zu 170° 0′ annahm, während er an der Himmelskugel selbst 170° 39′ beträgt. So kam es, dass er nicht einmal denjenigen Stern, den er als Fundamentalstern betrachtete und von dem aus er alle Plane-

*) *Conquestus est, referente Rhetico, Fixarum restitutionem accuratam ad Planetarum loca rectius cognoscenda magno artis incommodo desiderari.* So berichtet Tycho de Brahe in der *Praefatio in Restitutionem* 1000 *Inerrantium.*

tenläufe als von ihrem gemeinschaftlichen und festen Anfangspunkt rechnete, an den Ort stellte, den er wirklich an der Himmelskugel einnimmt. Dadurch erhielt er auch die Grösse der Präzession und, was damit auf's Engste zusammenhängt, die Grösse des tropischen Jahres fehlerhaft. Nach Kopernikus und den prutenischen Tafeln musste das Frühlingsäquinoctium im Jahre 1700 schon um einen ganzen Tag und drei Stunden von dem wahren Eintritt der Sonne in die Nachtgleiche abweichen. Man muss diese Dinge kennen, um den richtigen Maassstab der Würdigung der Verdienste des Kopernikus zu erlangen, um zu beurtheilen, wie weit er selbst von seiner neuen Theorie fordern konnte, dass sie mit dem Himmel übereinstimmte. Man kann keine grössere Uebereinstimmung verlangen, als sie überhaupt nach der Beschaffenheit der Fundamente der damaligen Astronomie möglich war.

Die Quelle, aus der die Astronomie schöpft, sind die Beobachtungen der Gestirne. Diese Quelle muss nicht nur ergiebig genug, sondern auch ungetrübt fliessen. Es lag durchaus nicht in der Absicht des Entdeckers des wahren Weltsystems, der Astronomie eine neue Quelle zu eröffnen, sondern er benutzte die vorhandene, wie sie war. Er suchte keine neue und genauere Feststellung des Thatbestandes, sondern neue und richtigere Erklärungsgründe desselben.

Kopernikus war ein Geist von durchaus anderem Gepräge als Regiomontanus. Der Letztere lebte in stetem Verkehr mit geistlichen und weltlichen Fürsten, mit Gelehrten, Künstlern und Handwerkern; der Erstere beschränkte sich auf die Einsamkeit seines Studirzimmers. Beide waren mathematische Talente, aber bei Regiomontanus war dieses mit praktischem Sinn und technischer Kunstfertigkeit gepaart, bei Kopernikus diente es theoretischer Spe-

culation. Der Erstere war ein rechnender und beobachtender Astronom, der Letztere ein philosophischer Kopf. Regiomontanus würde einen ausgezeichneten Director einer grossen Sternwarte abgegeben haben, der vielleicht bei längerem Leben, so wie später Tycho de Brahe, ein neues und genaueres Fundament der Sternkunde durch Beobachtungen festgestellt hätte, Kopernikus gehörte zu denjenigen Naturen, die, wie Keppler und Newton, weit mehr mit der Entwickelung ihrer Ideen, als der Anschauung der Dinge beschäftigt, auf die Umwandelung der Wissenschaft in ihren Prinzipien hinarbeiten. Nicht durch die Erfahrung oder die Geometrie, sondern durch die Philosophie ist Kopernikus veranlasst worden, ein neues Weltsystem auszudenken. Das Bild vom Weltbau, welches Aristoteles gegeben, und das darauf gegründete ptolemäische Weltsystem entsprach nicht seinen, dem Aristoteles und der Scholastik abgeneigten philosophischen Ideen. Regiomontanus war durch die Anlage und Richtung seines Geistes der philosophischen Speculation entfremdet. Obwohl während seines Aufenthalts in Italien heftig über die Vorzüge des Plato und Aristoteles gestritten wurde, so berührte ihn dies doch nicht. Ihm konnte es aber um so weniger in den Sinn kommen, das Ansehen des Aristoteles zu bezweifeln, als Theodor Gaza, sein Lehrer und Freund, in jenem Streite auf der Seite dieses Philosophen stand. Regiomontanus nahm mit wunderbarer Leichtigkeit und Fassungsgabe die griechisch-römische Bildung in sich auf, in Kopernikus brach sich der deutsche Geist selbstständig eine neue Bahn. Er verliess den Weg, den Hipparch, Ptolemäus, Peurbach und Regiomontanus eingeschlagen hatten, und bildete eine Theorie des Sternenlaufes aus, die auf ganz entgegengesetzten Voraussetzungen beruht. Peter Ramus sagt sehr

treffend von ihm: er habe die Sternkunde nicht auf die Bewegung der Gestirne, sondern auf die Bewegung der Erde gegründet *(Astrologiam non ex Astrorum, sed ex Terrae motu demonstravit).* Er liess den Fixsternenhimmel, die *Octava Sphaera* oder das *Primum mobile* der Früheren ruhen und gab der Erde eine doppelte Bewegung: die Axendrehung und den Jahreslauf.

An Bewegung der Erde hatte man schon früher öfters gedacht. Aber ein solcher Gedanke blieb nichts weiter, als eine kühne Idee, so lange man nicht geometrisch zeigte, wie sich die Himmelserscheinungen aus dieser Annahme erklären lassen. Das war es, was Kopernikus leistete.

Philolaos, der Pythagoreer, hatte schon der Erde eine Bewegung beigelegt, und zwar keine Umdrehung um sich selbst, sondern eine fortschreitende. Diese war aber nicht die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne in der Ebene der Ekliptik, sondern die tägliche Bewegung der Erde um den Herd der Hestia in der Ebene des Aequators. Er dachte sich nämlich in der Mitte des Weltalls ein Feuer, welches er den Herd des Weltalls, die *Ἑστία τοῦ παντὸς,* auch die Burg des Zeus und die Mutter der Götter nannte. Er stellte sich dasselbe als das erste und vorzüglichste Gebilde des Weltalls *(τὸ πρᾶτον ἁρμοσθὲν),* gleichsam als den Lichtpalast der unsterblichen Götter oder, in unserer Vorstellungsweise zu sprechen, als den Thron der Gottheit vor. Dieses Lichtgebilde des Weltalls wird von drei verschiedenen Himmelsräumen wie von drei Ringen umgeben, dem Uranos, dem Kosmos und dem Olympos. Der innerste Ring oder Gürtel des Weltalls, der Uranos, ist das Gebiet des Veränderlichen, die Region der Wolken und Winde, der Unbeständigkeit des

Wetters, mit einem Worte, die meteorologische Welt des Luftkreises. An der Mondbahn beginnt die astronomische Welt der Gestirne, der **Kosmos**, d. i. die prachtvolle Ordnung der Sphären, die in nie gestörtem Einklang den Herd des Alls umkreisen. Diese Beständigkeit und Harmonie der geordneten Bewegungen kann nach Philolaos' Ansicht nur ein Werk der Seele seyn. Jenseits des Sphärenhimmels umschliesst der Olympos das Weltall, der ausserweltliche, mit Lichtglanz erfüllte Raum. Im Kosmos befinden sich die Sterne, im Uranos die Erde mit der Gegenerde. Jener macht seinen Umschwung um die Axe der Ekliptik, dieser um die Axe des Aequators. Philolaos hatte nämlich die Axendrehung der Erde eingesehen, aber nicht als solche, sondern als eine tägliche Kreisbewegung von Abend gegen Morgen um den Weltherd. Die Erde läuft dabei, wie das Pferd an der Leine, immer dieselbe Seite nach Aussen kehrend. In seinem System bewegen sich zehn göttliche Körper um das Feuer der Mitte in folgender Ordnung und in folgenden Perioden: zunächst auf der Bahn des Aequators Erde und Gegenerde in einem Tage, dann auf der Bahn der Ekliptik der Mond in einem Monate, Venus, Merkur und Sonne, alle drei in einem Jahre, hierauf Mars in zwei, Jupiter in zwölf, Saturn in dreissig Jahren und der Fixsternenhimmel in einer unbestimmt langen Periode. Die Gegenerde, Antichthon, ist in diesem System nicht die andere Halbkugel der Erde, sondern ein besonderer, der Erde gegenüberschwebender Himmelskörper. Auch wird hier, ganz verschieden von dem System des Kopernikus, dem Fixsternenhimmel, dem Firmament, eine langsame ostwärts gerichtete Bewegung um die Axe der Ekliptik beigelegt. Hiketas und Ekphantos vereinigten die Erde und Gegenerde

zu einem Einzigen Körper, der das Centralfeuer in sich einschloss, und indem sie diesem Körper die von Philolaos angenommene Bewegung liessen, kamen sie so auf die Vorstellung von der Axendrehung der Erde *).

Man ersieht hieraus, dass der Weltbau des Philolaos von dem System des Kopernikus wesentlich verschieden ist. Die Erde und die Planeten bewegen sich in demselben nicht um die Sonne, sondern ebenso wie Sonne und Mond um den Herd der Hestia. Die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne hat Kopernikus zuerst erkannt. Dies Verdienst wird ihm unbestreitbar bleiben. Es war nicht etwa eine Zeitidee, die sich nur in ihm zum vollen und deutlichen Bewusstseyn concentrirt hätte, sondern es war ein Originalgedanke seines Geistes, von dem keiner seiner Zeitgenossen auch nur eine leise Ahnung hatte. Und dieser Gedanke hatte eine ganz andere astronomische Bedeutung als die Vorstellungsweise des Pythagoreers. Aus der Kreisbewegung, welche Philolaos der Erde giebt, entsteht die Abwechselung von Tag und Nacht; aus der dagegen, die ihr Kopernikus giebt, die Abwechselung der Jahreszeiten sowie die Verwickelung in den Planetenbewegungen. Das Letztere, die Stationen und Rückgänge der Planeten im Thierkreis, war, wie es scheint, weder dem Philolaos noch einem andern der älteren Pythagoreer bekannt. Es ist wahrscheinlich, dass die Kenntniss hiervon erst zu Platon's Zeiten aus Aegypten nach Griechenland gelangte. Eudoxus versuchte zuerst, die verschlungenen Wanderungen der Planeten am Himmelsgewölbe durch seine von Kalippos weiter ausgebildete und

*) Das astronomische System des Philolaos ist zuerst und erschöpfend aufgeklärt worden durch die schönen Arbeiten Böckh's über den Philolaos.

von Aristoteles angenommene Theorie der homocentrischen Sphärenbewegung zu erklären.

Da wir bloss die Resultate der Forschungen des Kopernikus, aber keine Geschichte der Ausbildung seines Geistes und seiner Entdeckungen besitzen, so ist es gegenwärtig unmöglich, zu sagen, durch welche äussere Veranlassung und durch welchen Gedankengang er auf die Idee der täglichen sowie der jährlichen Bewegung der Erde kam. Es wäre denkbar, dass sich in der platonischen Akademie zu Florenz eine unbestimmte Tradition der philolaischen Lehre von der Bewegung der Erde fortgepflanzt und dass Kopernikus bei seinem Aufenthalte in Italien eine Kunde davon erhalten habe. Aber ich habe mich vergebens bemüht, geschichtliche Spuren eines solchen Zusammenhangs aufzufinden. Die Ansicht des Philolaos war dem Kopernikus nicht unbekannt, aber er hat nicht erzählt, wie er darauf aufmerksam geworden ist; auch hat er die Stelle des Plutarch, die davon berichtet, stets fehlerhaft in seinem Sinne ausgelegt. Es ist ebensowohl möglich, dass Kopernikus, weit entfernt, die Idee der Bewegung der Erde aus der Lectüre der Alten zu schöpfen, die Autorität der Alten erst hinterdrein zum Schutz und zur Bekräftigung für seine Ansicht aufgerufen habe, und es wird daher niemals mit Sicherheit entschieden werden können, ob Kopernikus auf diese Idee zuerst durch eigenes Nachdenken oder durch fremde Belehrung gekommen ist. So viel scheint mir aber völlig gewiss, dass die Ansichten des Cardinals von Cusa keinen Einfluss auf die Ausbildung des kopernikanischen Weltsystems ausgeübt haben. Der Domherr von Frauenburg, der die günstige Meinung des Papstes und der Kirche für sich zu gewinnen suchte, würde nicht verfehlt haben, unter den Auto-

ritäten, die er für seine ungewöhnliche Ansicht anführte, vorzugsweise jenen angesehenen Kirchenfürsten zu nennen, wenn er ihn gekannt hätte. Aber er konnte die wahre Ansicht desselben über diesen Gegenstand um so weniger kennen, als dieselbe erst in unsern Tagen an's Licht getreten ist.

Es lassen sich zwei Wege denken, auf denen Kopernikus zu seinem System gelangen konnte. Entweder stand die Idee der Erdbewegung im Voraus bei ihm fest und er suchte hierauf die Erscheinungen des Himmels damit in Uebereinstimmung zu bringen, oder er ging umgekehrt von der Betrachtung der Himmelserscheinungen aus und gerieth auf die Vorstellung von der Bewegung der Erde als deren Erklärungsgrund. Aus den Andeutungen, welche er in der berühmten Dedication seines Werkes an den Papst Paul giebt, können wir mit Grund annehmen, dass er den letztern mehr inductorischen Weg gegangen ist. Er selbst erklärt ausdrücklich, dass er durch die Annahme einer Bewegung der Erde eine Erklärung für die Erscheinungen der Himmelskörper gesucht habe. „Nachdem ich diejenigen Bewegungen angenommen hatte," sagt er, „welche ich der Erde beilege, fand ich endlich nach der genauesten Untersuchung, dass, wenn die Bewegungen der Himmelskörper auf die Bewegung der Erde bezogen würden, nicht bloss die beobachteten Erscheinungen sich gehörig darstellen, sondern auch die Anordnung der Bahnen der Himmelskörper unter sich und mit dem Ganzen so verbunden würde, dass in keinem Theile, ohne Verwirrung der übrigen und des Ganzen, etwas verändert werden könnte."

Das, was ihm nach seinem eigenen Geständniss zuerst auffiel, war nicht sowohl der Mangel an Uebereinstimmung

stimmung zwischen der astronomischen Rechnung und der astronomischen Beobachtung, als vielmehr die **Willkürlichkeit** der Erklärungsgründe für die himmlischen Erscheinungen. Zu seiner Zeit gab es zwei ganz heterogene Erklärungsweisen der himmlischen Erscheinungen, die eine durch die homocentrische Sphärentheorie, die andere durch den excentrischen Kreis und den Epicykel. Die erstere, die in Fracastoro noch einen rüstigen Vertheidiger fand, gehörte den Philosophen, die andere, an die sich Peurbach und Regiomontanus gehalten hatten, gehörte den beobachtenden und rechnenden Astronomen an. Beide waren Hypothesen, willkürliche Annahmen ohne Grund und entsprachen nicht den philosophischen Ideen vom Weltbau, welche Kopernikus hegte. Beiden lag das von Aristoteles gezeichnete Bild des Weltbaus zu Grunde. Aber die Symmetrie des aristotelischen Weltbaus war gestört, nachdem die Geometer und Astronomen an die Stelle der homocentrischen Sphären die excentrischen Kreise mit ihren Epicykeln in denselben eingeführt hatten. Und doch bedurfte es dieser künstlichen Beihilfe, um dieses Weltgemälde mit dem Himmel selbst in Uebereinstimmung zu bringen. Aber eben dadurch war die Einheit und Harmonie des Weltgemäldes verloren gegangen. Die Epicykelntheorie erschien dem Kopernikus wie eine Verunstaltung der anschaulichen oder ästhetischen Form des Weltalls; er verglich sie mit dem Bilde eines Monstrums, dessen einzelne Theile wohl für sich schön, die aber in ihrer Zusammenstellung nicht zusammenpassen. Er gerieth daher auf die Vermuthung, dass es noch einen dritten Erklärungsgrund der Himmelserscheinungen gebe, der sowohl der Erfahrung, als auch den Ideen der Kosmophysik besser entsprechen müsse. Das Letztere konnte nu

durch ein anderes als das von Aristoteles gezeichnete **Bild des Weltbaus** geschehen. So kam er darauf, an den Ort, welchen bisher die Erde im Weltgebäude eingenommen hatte, die Sonne zu setzen und demgemäss die Form der Anordnung aller Theile des Weltalls zu ändern. Es waren also zwei verschiedenartige Maximen, die den Kopernikus im Suchen leiteten: eine kosmophysische oder philosophische und eine rein astronomische. Die erstere forderte eine Anordnung der Himmelskörper, welche seinen Ideen vom Weltbau entspräche, durch die, wie er sich selbst ausdrückt: „die Hauptsache, die **Gestalt des Weltalls** und eine bestimmte Symmetrie der Theile desselben gefunden würde.“ Die andere forderte eine Annahme, aus der sich die Erscheinungen, die wir am Himmel beobachten, ableiten lassen. Beiden genügte seine Voraussetzung der jährlichen Bewegung der Erde um die Sonne.

Von Allen, welche bisher die Idee einer Bewegung der Erde gehegt, hatte noch Niemand dieselbe zu einer astronomischen Lehre ausgebildet, aus der sich die Himmelserscheinungen erklären und auf die sich die Berechnung astronomischer Tafeln gründen liesse. Auch war in der That diese Aufgabe mit nicht unbeträchtlichen Schwierigkeiten umgeben. Das ganze Gewebe der Vorstellungen von Hipparch und Ptolemäus bis auf Peurbach und Regiomontanus musste aufgetrennt, die Arbeit dieser Männer von einem veränderten Standpunkte aus wiederholt werden. Die himmlischen Bewegungen, welche Jene auf einen ruhenden Punkt im Weltall bezogen hatten, mussten hier auf einen Punkt bezogen werden, der selbst in Bewegung war. Man musste einerseits die Erscheinungen aufsuchen, die aus der Bewegung des Standpunktes selbst hervorgin-

gen, und andererseits die Art und Weise bestimmen, wie diese sich mit denjenigen Erscheinungen vermischen, die eine Folge der Bewegung der Himmelskörper sind.

Es kam hier nicht sowohl darauf an, im Allgemeinen zu bestimmen, ob die Erde sich bewegt oder ob sie ruht, sondern die Frage war vielmehr die, welche Bewegung muss man der Erde beilegen, damit die Erscheinungen am Himmel sich uns so darstellen, wie wir sie sehen. Diese Erscheinungen zerfallen in verschiedene Gruppen, die sich etwa in folgender Uebersicht zusammenstellen lassen:

1) der regelmässige und gleichförmige Wechsel von Tag und Nacht;

2) der ungleichförmige jährliche Sonnenlauf um das Rund des Himmels;

3) die Schiefe der Ekliptik;

4) der Wechsel der Jahreszeiten;

5) das langsame Vorrücken der Nachtgleichen;

6) die verschlungenen und in sich zurückkehrenden Wanderungen der Planeten am Himmelsgewölbe, ihre Stationen und Rückgänge im Zodiakus.

Alle diese Erscheinungen und Vorgänge mussten aus der Bewegung der Erde abgeleitet werden und es war daher die Frage, wie muss man die Bewegung der Erde annehmen, damit sie alle diese Erscheinungen zur Folge hat?

Die zuerst genannte Erscheinung hat eine andere Periode und einen andern Verlauf, als die zweite. Es ist leicht zu sehen, dass man an die Stelle der täglichen Umdrehung der Himmelskugel eine Axendrehung der Erde in entgegengesetzter Richtung setzen kann. Aber die zu zweit genannte Erscheinung lässt sich nur aus einer jährlichen Wanderung der Erde um die Sonne erklären. Die

Schiefe der Ekliptik und der dadurch herbeigeführte Wechsel der Jahreszeiten resultiren aus der Stellung der Erdaxe auf der Ebene ihrer Bahn. Die zuletzt genannte Erscheinung, die sogenannte zweite Ungleichheit der Planeten, muss die Folge seyn von der Zusammensetzung der Bewegung der Erde mit der eigenen Bewegung der Planeten. Aber um das Vorrücken der Nachtgleichen zu erklären, muss man der Erde noch eine dritte Bewegung von sehr langer Periode geben: man muss die Erdaxe die Mantelfläche eines Kegels beschreiben lassen, dessen Spitze der Erdmittelpunkt und dessen Axe zur Ebene der Erdbahn senkrecht ist.

Dies sind die verschiedenen Bewegungen, welche Kopernikus der Erde beilegen musste, um den Erscheinungen zu genügen. Durch Unterricht und Gewohnheit ist uns gegenwärtig die Verbindung dieser Erscheinungen mit ihren Ursachen geläufig geworden; allein man muss sich erinnern, dass Kopernikus diese Ursachen und die Art der Abhängigkeit der Erscheinungen von ihnen erst aufsuchen musste. Die Geschichte zeigt uns, dass es für den menschlichen Geist grosse Schwierigkeiten hatte, zur wissenschaftlichen Erkenntniss der Bewegung der Erde und der davon abhängigen Himmelserscheinungen zu gelangen.

Das kopernikanische System besteht gewissermaassen aus zwei ganz verschiedenen Theilen: der erste liegt in der Beziehung der Bewegung der Planeten auf die Sonne als den gemeinschaftlichen Mittelpunkt der Bahnen aller dieser Himmelskörper und der zweite besteht, in der Lehre von der Bewegung der Erde. Das Erstere hat es mit dem tychonischen gemein, das Zweite gehört ihm eigenthümlich an. Das Letztere war der Griff eines kühnen und vorurtheilsfreien Geistes, aber das Erstere erforderte

vielleicht einen grösseren astronomischen Blick: es gehörte dazu die Einsicht, dass, von der Sonne aus gesehen, die Bewegung der Planeten weit einfacher und regelmässiger erscheint, indem die grösste Unregelmässigkeit ihres Laufes, die sogenannte zweite Ungleichheit, gänzlich verschwindet.

Die Beziehung der Planetenbewegung auf die Sonne kommt verdeckt auch schon im ptolemäischen System vor, und in der That wäre ohne sie überhaupt keine Berechnung eines Planetenorts möglich gewesen. Im ptolemäischen System bewegt sich nämlich der Epicykel mit der mittleren Geschwindigkeit der Sonne und der Deferent mit der siderischen Geschwindigkeit des Planeten. Mit jeder einzelnen Planetenbahn ist also in diesem System noch eine imaginäre Sonnenbahn von unbestimmter Grösse verbunden. Alle diese verschiedenen imaginären Sonnenbahnen schmolzen Kopernikus und Tycho de Brahe in die einzige wirkliche Sonnenbahn zusammen. Dieser Schritt war also zunächst nur eine Vereinfachung der Hypothese des Ptolemäus. Dass man aber, wenn man diese Vereinfachung einmal in jene Hypothese eingeführt hat, auch die Bewegung der Sonne mit der der Erde vertauschen könne, ohne die Erscheinungen dadurch zu ändern, das war das völlig Neue, was Kopernikus zuerst sah. Indem er also die Ruhe der Sonne sowie des Fixsternenhimmels und die Bewegung der Erde annahm, machte er eine völlig neue Hypothese, welche das gerade Widerspiel von der des Ptolemäus war. Dies ist die astronomische Seite seines Weltsystems. Dasselbe hat aber auch noch eine philosophische Seite.

Ich habe anderwärts *) ausführlich gezeigt, dass das

*) in meinen Epochen der Geschichte der Menschheit Bd. 1. S. 221—225. S. 391—397.



tychonische Weltsystem die natürliche Uebergangsstufe von dem ptolemäischen zu dem kopernikanischen ist, und dass man nothwendig auf dasselbe kommen müsse, sobald man die wahren Entfernungen der Planeten von der Sonne in das ptolemäische System einträgt. Es kann uns daher heut zu Tage, da die Wahrheit des kopernikanischen Systems feststeht, leicht als ein Rückschritt erscheinen, dass Tycho de Brahe nach Kopernikus sein System ausbildete, und andererseits kann es uns befremdend erscheinen, dass Kopernikus nicht dabei stehen blieb, sondern noch einen Schritt weiter ging. Die Sache erklärt sich sehr einfach aus der verschiedenartigen Individualität beider Männer. Tycho de Brahe war ein Beobachter, Kopernikus ein Philosoph. Jener besass die Denkungsart, die kurz darauf Baco von Verulam auf wissenschaftliche Regeln brachte: er nahm nichts an, was ihm nicht die Beobachtung gezeigt hatte. Für diesen hatten Vernunftgründe ein grösseres Gewicht, als die Sinnesanschauung. Dem Kopernikus leuchtete ohne Zweifel ein, dass die Irregularitäten des Planetenlaufs, die Stationen und Rückgänge erklärt werden könnten, wenn man die Sonne zu dem gemeinschaftlichen Mittelpunkt aller Planetenbahnen macht und die Erde in dem Mittelpunkte des Fixsternenhimmels und der Welt ruhen lässt; aber es missfiel ihm, dass die Sonne, der Mittelpunkt der vorzüglichsten Himmelskreise, nicht auch der Mittelpunkt der Welt seyn sollte; es missfiel ihm, dass die Sonne die ganze sie umwandelnde Schaar der Planeten nicht nur durch die jährliche, sondern auch durch die tägliche Bewegung bald in diese, bald in jene Gegend fortreissen sollte. „Durch keine andere Anordnung,“ sagt er, „habe ich eine so bewundernswürdige Symmetrie des Universums, eine so harmonische Verbin-

dung der Bahnen finden können, als da ich die Weltleuchte, die Sonne, die ganze Familie kreisender Gestirne lenkend in die Mitte des schönen Naturtempels wie auf einen königlichen Thron gesetzt." Nur von der Mitte aus, meinte er, könne diese überirdische Fackel das ganze Weltgebäude gleichmässig mit ihrem Glanz erfüllen. Es war offenbar nicht bloss eine astronomische Hypothese, es war zugleich ein anderes Bild des Weltbaus, welches Kopernikus suchte. Das Weltsystem des Kopernikus hat vor dem des Ptolemäus den doppelten Vorzug, dass es dem ästhetischen Sinn mehr zusagt und die wissenschaftliche Einsicht besser befriedigt. Die architektonische Form des Weltbaus, die dem kopernikanischen System zu Grunde liegt, hat, wenn ich so sagen darf, regelmässige Verhältnisse, die dem ptolemäischen System abgehen. Das letztere stellt nämlich die erste Ungleichheit der Planeten durch den excentrischen Kreis und die zweite Ungleichheit durch den Epicykel dar. Diese Epicykel werden bei den entferntern Planeten immer kleiner, ihre Grösse nimmt ab, wenn die Grösse der Planetenkreise selbst zunimmt. Dies giebt dem Weltbau eine gewisse Unförmlichkeit. In dem kopernikanischen System dagegen folgt die zweite Ungleichheit bloss aus der Bewegung der Erde, alle jene Epicykel fallen weg und das durch sie hervorgerufene Missverhältniss der einzelnen Theile zu einander und zum Ganzen verschwindet. Dazu kommt hier eine feste Regel der Anordnung des Ganzen und aller seiner Theile, die dort gänzlich fehlt. In dem ptolemäischen System hat zwar jeder Epicykel zu seinem Deferenten ein durch den synodischen und den siderischen Umlauf gegebenes Verhältniss, aber das Verhältniss der deferirenden Kreise zu einander bleibt unbestimmt. In dem kopernikanischen Sy-

stem, wo an die Stelle aller jener Epicykeln die Erdbahn tritt, ist dadurch sofort das Verhältniss der Planetenbahnen zu einander gegeben. Die Erde tritt in die Reihe der Planeten, alle Planeten umkreisen in festgesetzten Abständen die Sonne, nur der Mond bewegt sich um die Erde. So kommt Einheit und Symmetrie in den Weltbau.

In dem ersten Buche seines Werkes giebt Kopernikus in allgemeinen Umrissen ein Bild seines Weltgemäldes. Die Welt ist eine Kugel und ebenso ist auch die Erde eine Kugel. Die Bewegung der Himmelskörper ist ewig, gleichförmig und kreisförmig oder aus Kreisen zusammengesetzt. Jede Bewegung eines Himmelskörpers, die anders als im Kreise erscheint, ist scheinbar. Dies sind die Grundsätze, von denen er ausgeht. Dann zeigt er, dass die Frage, ob die Erde ruhe oder sich im Kreise bewege, noch keineswegs genügend erörtert sey. Seine Gründe für die Bewegung der Erde sind folgende.

Der Himmel *(coelum)* ist das, worin sich Alles befindet *(locans)*, die Erde aber ist ein in ihm befindlicher Körper *(locatus)*. Es sey aber abgeschmackt, dem blossen Raume und nicht vielmehr dem in ihm befindlichen Körper die Bewegung beizulegen. Auch sey es noch keineswegs ausgemacht, ob die Erde in dem Mittelpunkte der Welt stehe oder ausser demselben, da sie bekanntermaassen nicht in dem Mittelpunkte der Planetenbahnen steht. Wenn man die Sonne und Erde ihre Stellen wechseln, die Sonne stillstehen lasse, der Erde aber eine jährliche Bewegung und eine Stelle unter den Planeten gebe, so genüge das den himmlischen Erscheinungen vollkommen; es werde alsdann den Anschein haben, als ob die Sonne den Thierkreis durchwandere, als ob die Sternbilder auf- und untergingen und die Planeten bisweilen stillstünden

und dann rückläufig würden. Und Alles dies folgt mit grösserer Leichtigkeit und in besserer Ordnung und Harmonie aus dieser, als aus der entgegengesetzten Voraussetzung.

Die hauptsächlichsten Gründe, welche Aristoteles und Ptolemäus für die Unbeweglichkeit der Erde angeführt hatten, stehen im innigsten Zusammenhange mit der alten empedokleischen Elementenlehre und der jonischen Physik der Verdunstung. Wasser und Erde bewegen sich ihrer Natur nach abwärts zum Mittelpunkte, weil sie schwer sind; die leichten Elemente, Luft und Feuer, dagegen bewegen sich vom Mittelpunkt aufwärts. Diese physikalische Grundansicht von der Natur der sogenannten Elemente hatte schon einen Theil ihres Gewichts verloren durch die Einführung des excentrischen Kreises mit dem Epicykel in den aristotelischen Weltbau. Denn dadurch hatte die Erde eine excentrische Lage in diesem Weltbau erhalten; sie war im Grunde nicht mehr der Mittelpunkt der Welt und die schweren Elemente waren ihrer Natur untreu geworden. Es bedurfte nur noch eines Schrittes, um zu einem völlig neuen physikalischen Grundgedanken von der Natur der Elemente und der Körper zu gelangen und sich dadurch von der Physik der Alten gänzlich loszusagen. Kopernikus that diesen Schritt. Er erhob sich zu der Ansicht, dass die Schwere kein Streben der Körper zu dem Mittelpunkte der Welt, sondern ein Streben der Körpertheile zu einander sey. Hier liegt der Keim zur neuern Physik. Mit dieser veränderten Ansicht über die Grundkraft der Natur stürzten zugleich alle die Einwürfe gegen die Bewegung der Erde, welche auf der Physik der Alten beruhten.

Nachdem Kopernikus seine Gründe für die Bewegung

der Erde entwickelt hat, führt er verschiedene Meinungen über die Anordnung der Himmelskreise an und verweilt mit Anerkennung bei der Ansicht des Martianus Capella, nach der Venus und Merkur um die Sonne laufen. Nach dieser Ansicht ist nicht die Erde, sondern die Sonne der Mittelpunkt der Bahnen beider Planeten und es können sich dieselben nicht weiter von der Sonne entfernen, als es das Verhältniss der Krümmung ihrer Kreise gestattet. Aus diesem Umstand, meint er, könne man Veranlassung nehmen zu vermuthen, dass sich auch Mars, Jupiter und Saturn nicht um die Erde, sondern um die Sonne bewegen, nur müsse man alsdann einen solchen Zwischenraum zwischen dem Mars und der Venus freilassen, dass in demselben auch die Erde mit ihrem Begleiter, dem Monde, ihren Umlauf vollenden könne. Darauf deute nämlich ebensowohl die Regel ihres Laufs, als ihre scheinbare Grösse hin. Denn wenn wir uns selbst zwischen ihnen und der Sonne befinden, stehen uns diese Planeten näher und deshalb erscheinen sie uns grösser; steht aber die Sonne zwischen ihnen und uns, so sind sie uns ferner und erscheinen daher kleiner, so dass also der Mittelpuukt ihrer Bewegung vielmehr in der Sonne zu liegen scheint, als in der Erde, ebenso wie bei der Venus und dem Merkur. Daher stellte er in die Mitte des Ganzen die Sonne gleichsam als das Herz und die Leuchte der Welt und den sichtbaren Gott, der die ganze Schaar der ihn umstehenden Gestirne beherrscht. Zunächst um die Sonne bewegt sich Merkur ohngefähr in drei, dann die Venus in neun und die Erde in zwölf Monaten oder einem Jahre. Um die Erde aber läuft der Mond in einem Monat. Jenseits der Erdbahn bewegt sich um die Sonne Mars in zwei, Jupiter in zwölf, Saturn in dreissig Jahren. Das ganze

Planetensystem umschliesst die Fixsternsphäre, unbeweglich wie die Sonne und in solcher Entfernung, dass im Vergleich zu ihr die ganze Erdbahn, der *Orbis magnus*, nur wie ein Punkt ist. Denn nur unter der letztern Voraussetzung bleiben die Erscheinungen der Planeten die nämlichen, ob man sie auf die Sonne oder auf die Erde bezieht. Durch die jährliche Bewegung der Erde werden aber die Stationen und Rückgänge der Planeten der Sache selbst nach aufgehoben und bleiben nur der Erscheinung nach stehen. Zugleich giebt diese Bewegung der Erde den Schlüssel zu Dingen, die früher schlechthin unerklärlich waren: warum die Rückgänge beim Saturn kleiner, häufiger und von längerer Dauer sind, als beim Jupiter und bei diesem wiederum im Verhältniss zum Mars; warum die scheinbare Grösse der obern Planeten in ihrer Opposition mit der Sonne so bedeutend zunimmt, warum dann besonders der Mars fast die Grösse des Jupiter erreicht, da er ausserdem kaum einem Sterne der dritten Grösse gleicht. Man sieht leicht, dass, während die Erde den Thierkreis durchläuft, die Sonne denselben in der entgegengesetzten Richtung zu durchlaufen scheinen wird, so dass z. B., wenn die Erde im Krebs sich befindet, die Sonne im Steinbock erscheint, und dass, wenn die erstere aus dem Krebs in den Löwen geht, die letztere aus dem Steinbock in den Wassermann zu rücken scheint.

Um den Wechsel der Jahreszeiten und die Erscheinungen des jährlichen Sonnenlaufes aus der Bewegung der Erde zu erklären, muss man der Erdaxe eine Neigung gegen die Ebene ihrer Bahn geben, welche die Schiefe der Ekliptik zu einem rechten Winkel ergänzt, und sie unverändert in dieser Lage, d. i. parallel sich selbst um die Sonne laufen lassen. Denn bei der unendlichen Ent-

fernung des Himmelsgewölbes wird unter diesen Voraussetzungen die Axe der Erde verlängert immer durch ein und denselben Punkt desselben, den Himmelspol, gehen, und die Sonne wird jährlich eine Bahn an dem Himmelsgewölbe zu beschreiben scheinen, welche um die Schiefe der Ekliptik gegen den Aequator geneigt ist.

Um das Zurückgehen der Aequinoctialpunkte darzustellen, nahm Kopernikus an, dass der Weltpol in einer sehr langen Periode einen kleinen Kreis um den Pol der Ekliptik beschreibt. Die neue Lehre liess also nicht mehr die achte Sphäre trepidiren, sondern änderte die Längen der Fixsterne durch Drehen der Erdaxe.

Diese allgemeinen Grundzüge seines Systems führt er in den folgenden fünf Büchern im Einzelnen besonders aus: im zweiten Buch die Lehre von der täglichen Umdrehung der Himmelskugel und den sphärischen Ortsbestimmungen, im dritten Buch die Theorie der Bewegung der Erde oder die Theorie der scheinbaren Sonnenbewegung, im vierten Buch die Theorie des Mondes, im fünften die Theorie der Bewegung der Planeten in der Länge und im sechsten ihre Bewegung in der Breite.

Ich beschränke mich hier darauf, nach dem dritten und fünften Buch seine Theorie der Erdbewegung sowie seine Theorie der Planetenbewegung kurz darzustellen.

Der Kreis ZV Fig. 2 mit dem Mittelpunkt A stelle den Zodiakus vor. Um den Punkt A, wo die Sonne steht, bewegt sich der Punkt B kreisförmig links herum, um B der Punkt C kreisförmig rechts herum und um C die Erde T kreisförmig links herum. Durch die Bewegung von C um B soll die Aenderung der Excentricität der Erdbahn und durch die Bewegung von B um A die mittlere Bewegung der Apsidenlinie erklärt werden. Die Um-

laufszeit von *B* um *A* beträgt nach Kopernikus 54000 Jahre, die von *C* um *B* 3434 Jahre, sie ist nämlich gleich der Periode der Ungleichheit, welche bei der Abnahme der Schiefe der Ekliptik stattfindet. Setzt man den Halbmesser der Erdbahn $CT = 1$, so ist der Halbmesser des ersten Kreises $AB = 0.\ 03694$ und der des zweiten Kreises $BC = 0.\ 00475$.

Dem kleinen Kreise, welchen *C* um *B* beschreibt, giebt Rheticus in seiner an Schoner gerichteten Erzählung eine astrologische Bedeutung. Alle Monarchieen, meint er, hätten ihren Anfang genommen, wenn das Centrum der Erdbahn in dem Anfangspunkte eines Quadranten dieses kleinen Kreises gestanden habe. So als die Excentricität der Sonne am grössten war, neigte sich das römische Reich zur Monarchie. Als der Mittelpunkt der Erdbahn in die Mitte zwischen seinen grössten und kleinsten Abstand von der Sonne kam, wurde das Gesetz Mahomet's gegeben und das arabische Reich nahm seinen Anfang. Wenn auf der entgegengesetzten Seite des Kreises der Mittelpunkt der Erdbahn wiederum seinen mittleren Abstand von der Sonne erreicht, wird die Ankunft unsers Herrn Jesu Christi erfolgen. Denn dann steht das Centrum der Erdbahn wieder an demselben Orte, wo es bei der Schöpfung der Welt stand. Dieser kleine Kreis ist also in Wahrheit das Glücksrad (*Rota Fortunae*), durch dessen Umschwung die Weltmonarchieen ihren Anfang nehmen und ihren Kreislauf vollenden. In diesem Kreise liegen daher gleichsam alle Begebenheiten der Weltgeschichte eingeschlossen. Wie aber im Einzelnen der Zustand in jenen Reichen ist, das hängt von den grossen Conjunctionen und anderen Himmelszeichen ab. So sehen wir den Schüler des Kopernikus noch dem astrologischen Aberglauben seiner Zeit huldigen, ob-

schon das neue Weltsystem die Astrologie nothwendig stürzen musste.

Die grösste Excentricität der Erdbahn fand nach Kopernikus ohngefähr 60 Jahre vor Christi Geburt statt. Um eben dieselbe Zeit war auch die Declination der Sonne in den Sonnenwenden am grössten, und in demselben Verhältniss, in welchem die eine abnahm, ganz ebenso nahm zufolge eines merkwürdigen Naturspiels auch die andere ab. Da Kopernikus die Excentricität der Planetenbahnen nicht von der Sonne, sondern vom Mittelpunkte der Erdbahn aus rechnet, so muss die Veränderung der Lage dieses Punktes offenbar auch eine Veränderung der Excentricitäten der Planetenbahnen zur Folge haben. Diese soll jedoch nur beim Mars und der Venus, den beiden nächsten Planeten bemerkbar seyn.

Die Theorie der Planeten stellt Kopernikus unter folgenden drei Formen dar:

1) Es sey A Fig. 3 der Mittelpunkt des excentrischen Kreises BCD eines obern Planeten, E der Mittelpunkt der Erdbahn, S die Sonne. BD sey die Apsidienlinie der Planetenbahn und $EM = MN$, folglich $AM = \frac{1}{3} AE$.

Mit diesem Halbmesser AM beschreibe man die Epicykel in B, C, D. Die Umlaufszeit dieses Epicykels ist nach Kopernikus dieselbe wie die des excentrischen Kreises. Wenn der Epicykel in B steht, so befindet sich der Planet in dem Punkte G seines Epicykels und wenn der Epicykel in D ist, so ist der Planet in H.

In Folge dieser Gleichheit der Bewegungen werden die Bogen, welche der Mittelpunkt des Epicykels auf dem excentrischen Kreise und der Planet in seinem Epicykel zurücklegt, immer gleich gross seyn, d. i. es wird immer seyn

$$BAC = GCL$$

und da zugleich auch CL immer $= AN$ ist, so wird die an den Ort des Planeten gezogene Linie NL stets parallel der AC seyn.

Es bewegt sich also der Planet gleichförmig um N, ebenso wie sich der Mittelpunkt des Epicykels gleichförmig um A bewegt. Der Weg des Planeten geht durch die Punkte GLH. Dieser Weg aber ist kein Kreis, sondern eine auswärts gebogene Curve. Dies sieht man so. Wenn der Mittelpunkt des Epicykels vom Aphel aus einen Quadranten zurückgelegt hat, d. h. von B bis C gekommen ist, dann hat auch der Epicykel eine Viertelsumdrehung gemacht und der Planet ist in seinem Epicykel von G bis L gelangt. Der Halbmesser CL des Epicykels ist alsdann eine Tangente an den excentrischen Kreis BCD und C der Berührungspunkt, mithin liegt der Punkt L, d. i. der Ort des Planeten ausserhalb des Kreises BCD.

Ptolemäus beschreibt den excentrischen Kreis nicht um A, sondern um M (einfache Excentricität), lässt ihn aber nicht um sein eigenes Centrum M, sondern um das *Punctum aequatorium* N gleichförmig sich drehen.

Kopernikus nennt diese Form der Construktion *Eccentrepicyclus.*

2) Offenbar kann man sich die Sache auch so vorstellen, dass der Planet beständig auf der Peripherie des excentrischen Kreises bleibt, während der Mittelpunkt des excentrischen Kreises den kleinen Kreis NM nach derselben Richtung und zwar so durchläuft, dass er jedesmal in M ist, wenn der Planet in das Apogäum G oder das Perigäum H eintritt und in N, wenn die mittlere Anomalie des Planeten $= 90^\circ$ ist. Alsdann ist die Lage des excentrischen Kreises FLI.

Die Curve, die der Planet im ruhenden Raume beschreibt, geht auch hier durch die Punkte *GLH* und ist mithin dieselbe wie dort. Der Punkt *N* ist auch hier das ***Punctum aequalitatis,*** um das sich der Planet gleichförmig bewegt, nur dass dieses hier selbst beweglich ist.

Dies ist die zweite Form, welche den Namen ***Eccentri Eccentrus*** führt.

3) Die dritte Form ist die des ***Epicepicycli.*** In Figur 4 sey *A* der Mittelpunkt der Erdbahn, *DF* die Apsidenlinie. Es sey ferner *AB* gleich der mittlern Entfernung $= a$, der Halbmesser des grossen Epicykels $BF = \frac{3}{2}$ der Excentricität $= \frac{3}{2}\, ae$ und der Halbmesser des kleineren Epicykels $FK = \frac{1}{3}\, BF = \frac{1}{3} \cdot \frac{3}{2}\, ae = \frac{1}{2}\, ae.$

Der grössere Epicykel bewegt sich von *B* nach *C, D, E,* während der kleinere auf dem Umfange des grössern mit gleicher Geschwindigkeit, aber in entgegengesetzter Richtung fortrückt. Es wird also der nach dem Mittelpunkte des kleinern Epicykels gezogene Halbmesser des grössern der Apsidenlinie stets parallel seyn. Der Planet aber bewegt sich durch die Umdrehung des kleinern Epicykels von *K* nach *L,* von *L* nach *M,* von *M* nach *N.*

Wenn der Planet in *L* ist, alsdann hat der kleinere Epicykel eine halbe Umdrehung gemacht. Der Planet hat dann seinen weitesten Abstand von *C,* dem Mittelpunkte des grössern Epicykels, und daher ist der Bogen *CL* oder der Winkel *CAL* die grösste Mittelpunktsgleichung, die man von der mittlern Anomalie *BAC* abziehen muss, um die wahre Anomalie *BAL* zu erhalten.

Wenn man über *KM* als Durchmesser einen Kreis beschreibt, so liegt *L* ausserhalb dieses Kreises, folglich ist auch hier die Bahn nicht genau kreisförmig.

Diese drei Formen, den Lauf der Planeten zu con-

struiren, sind ihrem Wesen nach nicht verschieden. Dies sieht man am einfachsten so.

Man lasse Fig. 5 Q um E, O um Q und L um O in den Abständen $EQ = a$, $QO = \frac{3}{2} ae$ und $OL = \frac{1}{2} ae$ sich so drehen, dass zur Zeit t (nach dem Durchgang durchs Perihel P) die Winkel dieser Linien mit EP respective $= nt$, 180^0 und $2nt$ sind; oder was auf dasselbe hinauskommt: Man mache die EA (welche gleich und parallel der Linie QO ist) $= \frac{3}{2} EM$ und lasse um A einen Punkt O in der mittlern Entfernung a mit der mittlern Bewegung n, und um O den Planeten L in einer Entfernung $= \frac{1}{3} EA$ mit dem Doppelten der mittlern Bewegung Kreise beschreiben, und dieses so, dass, wenn AO mit AP, auch OL mit AP einerlei Richtung hat. Beschreibt man um A mit dem Halbmesser $AN = OL$ einen Kreis und vollendet das Parallelogramm $NLAO$, so sieht man leicht, dass die Verhältnisse der Bewegung ganz die nämlichen bleiben, wenn der Planet L um den Punkt N einen Kreis in dem Abstande $NL = a$ und mit der Geschwindigkeit n beschreibt, während der Punkt N seinen Kreis mit der Geschwindigkeit $2n$ durchläuft.

Die Idee, die Mittelpunktsgleichung des Planeten in zwei Theile zu theilen, deren einer von der Excentricität des Kreises, der andere von einem kleinen Epicykel abhängt, kann bizarr erscheinen, aber sie rettet den dritten Mittelpunkt oder den Aequanten. Beim Ptolemäus ist die Excentricität in zwei Theile getheilt. Kopernikus gab der Excentricität $\frac{3}{4}$ des Werths, welchen sie beim Ptolemäus hat. Das vierte Viertel ist der Halbmesser des kleinen Epicykels. Dieser *plus* der Excentricität ist daher immer gleich dem Sinus der grössten Mittelpunktsgleichung. Es ist nicht schwer zu sagen, warum sich Kopernikus diese

Abweichung vom Ptolemäus erlaubte. Es störte ihn, dass man die Gleichförmigkeit der Bewegung der Himmelskörper nicht an den Mittelpunkten ihrer eigenen Kreise, sondern an dem Mittelpunkt des Aequanten mass. Es schien ihm dem Grundsatze der Gleichförmigkeit Eintrag zu thun und er glaubte diesen Grundsatz durch seine Construction zu retten. Dies ist der wahre Grund, warum er die Mittelpunktsgleichung oder die erste Ungleichheit der Planeten durch die Verbindung eines kleinen Epicykels mit dem excentrischen Kreise erklärte.

Die astronomische Theorie giebt die Planetenörter zunächst immer so an, wie sie vom Mittelpunkte des Systems aus, den man früher für den Mittelpunkt der Welt selbst hielt, erscheinen würden. Bei Ptolemäus ist dieser Mittelpunkt die Erde, bei Kopernikus das Centrum der Erdbahn und bei Keppler die Sonne. In dem System des Ptolemäus bleiben die Abstände der Planeten von dem Mittelpunkte der Welt (der Erde) willkürlich; in dem System des Kopernikus dagegen sind die Entfernungen der Planeten von der Sonne bestimmt. Der Grund davon ist leicht einzusehen. Denn wenn wir selbst im Mittelpunkte der Welt uns befinden, so ist unser Beobachtungsort immer ein und derselbe Punkt. Zwischen einem blossen Punkt und einer Länge giebt es aber kein Verhältniss. Wenn dagegen, wie im kopernikanischen System, unser Beobachtungsort (die Erde) selbst einen gewissen Abstand von dem Mittelpunkte der Welt (der Sonne) hat, so muss der Abstand jedes andern Planeten von der Sonne zu unserer Entfernung von der Sonne ein angebbares Verhältniss haben. Die Entfernung der Planeten von der Sonne (oder dem Mittelpunkte des Systems überhaupt) konnte daher erst in dem System des Kopernikus in Frage kommen.

Da nun in diesem System die Erdbahn für die obern Planeten die Stelle des Epicykels und für die untern Planeten die Stelle des deferirenden Kreises vertritt, und in der ptolemäischen Hypothese schon das Verhältniss jedes excentrischen Kreises zu seinem Epicykel bekannt war, so kannte man im kopernikanischen System auch das Verhältniss der Erdbahn zu den übrigen Planetenbahnen, d. i. die Entfernungen der Planeten von der Sonne in Theilen des Halbmessers der Erdbahn innerhalb der Grenzen der Richtigkeit jener Angaben. Das ist indessen keine wirkliche Messung der Entfernungen, sondern nur eine Bestimmung des parallaktischen Winkels, unter dem die Erdbahn von irgend einem Punkte einer Planetenbahn aus erscheint mit der Voraussetzung, dass sie an allen übrigen Punkten derselben unter eben demselben Winkel erscheinen würde. Die Parallaxe der Erdbahn oder die jährliche Parallaxe ist nichts Anderes, als der Unterschied zwischen der geocentrischen und der heliocentrischen Länge des Planeten. Die geocentrische Länge kann man beobachten, die heliocentrische Länge muss man berechnen. Diese Berechnung setzt die Figur der Bahn, sowie die Elemente derselben: mittlere Entfernung, Excentricität, Lage der Apsidenlinie u. s. w., als bekannt voraus. Da die Figur der Planetenbahn erst durch Keppler bekannt wurde, so musste den Mangel dieser Kenntniss beim Kopernikus die Hypothese der excentrischen Kreisbewegung ersetzen. Schon dadurch wurde die Bestimmung der Entfernungen nach dem System des Kopernikus unsicher. Diese Bestimmung wurde bei ihm überdies noch dadurch falsch, dass er die Elemente der Planetenbahnen nach einem falschen Prinzip bestimmte, indem er die Entfernungen der Planeten, sowie die Excentricitäten nicht von der Sonne, sondern vom

Mittelpunkte der Erdbahn aus rechnete. Ebenso bezog er auch die Lage der Apsidenlinie nicht auf den wahren Ort der Sonne, sondern auf den mittleren Sonnenort, d. i. das Centrum der Erdbahn, wodurch nothwendig jene Elemente falsch ausfallen mussten. Gänzlich verschieden hiervon und von jeder Hypothese unabhängig ist die Methode, die Keppler anwandte, um die verschiedenen Entfernungen des Mars zu bestimmen. Diese Methode besteht, wie ich weiter unten zeigen werde, in einer wirklichen Messung der Entfernungen im Weltgebäude. Indessen die Kenntniss von der Bewegung der Erde um die Sonne bot zuerst die Standlinie dar, die zur Ausführung solcher Messungen nöthig ist. Dies ist ein theoretischer Vorzug des neuen Systems vor dem alten, der, von Keppler zuerst richtig erkannt und benutzt, für die Fortschritte der Sternkunde von der höchsten Wichtigkeit geworden ist.

Es mag schwierig scheinen, in Kopernikus den Philosophen von dem Astronomen zu trennen, und doch möchte das Urtheil über den einen und über den andern verschieden ausfallen. Ein neues Weltgebäude hätte sich nach philosophischen Ideen wohl auch mancher Andere ausdenken können, aber sollte dasselbe keine Chimäre seyn, so mussten sich die Erscheinungen darnach so darstellen lassen, wie sie beobachtet werden, und es musste der Sternkunde denselben Dienst leisten, wie das alte aristotelisch-ptolemäische. Dazu gehörten ausser der philosophischen Speculation noch astronomische Kenntnisse und mathematisches Talent. Denn das neue Weltgebäude verlangte auch einen neuen astronomischen Calcul, und wollte es auf Anerkennung Anspruch machen, so musste es zugleich das System von Regeln darbieten, nach denen sich die Oerter der Sterne durch Rechnung finden lassen.

Erst dadurch erlangte man die Möglichkeit, die aus philosophischen Gründen angenommene Bewegung der Erde auf ihre Wahrheit hin zu prüfen. Bedenken wir dies, so müssen wir sagen, dass Kopernikus sich nicht sowohl durch die Conception einer ungewöhnlichen und grossartigen Idee, als vielmehr durch die gründliche und schulgerechte Ausführung derselben als ein echter Philosoph bewährt hat. Aber anders urtheilt vielleicht der Astronom. Er muss sich an das System der Regeln halten, nach denen die Oerter der Himmelskörper berechnet werden, und er kann den Werth desselben nicht nach der Schönheit oder Erhabenheit der Idee, aus der es entsprungen ist, sondern nur nach dem Grade der Genauigkeit ermessen, mit der es die Erscheinungen wiedergiebt, oder nach der Leichtigkeit, mit der es sich auf die Beobachtungen anwenden lässt. In dieser Rücksicht betrachtet, dürften die Vorzüge der kopernikanischen Astronomie vor der alten wohl mehr nur theoretischer als praktischer Art gewesen seyn.

Fragt man, welchen praktischen Gewinn hat die Sternkunde aus der Theorie des Kopernikus gezogen, was haben die Tafeln und die Berechnung der Planetenörter durch sie an Genauigkeit gewonnen: so muss man antworten, unmittelbar gar Nichts. Das System des Kopernikus, sowie es aus den Händen seines Urhebers hervorging, gewährt, was man auch darüber gefabelt hat, keine grössere Uebereinstimmung mit dem Himmel, als das System des Ptolemäus. Und das brachte die Art seiner Entstehung nothwendig mit sich. Ptolemäus hatte seine Planetentheorie aus den Beobachtungen errichtet, die ihm zur Verfügung standen, die kopernikanische Planetentheorie dagegen war nur eine Uebertragung der ptolemäischen in

die heliocentrische Hypothese. Jene war ein wirklicher Neubau, diese nur ein Umbau desselben Gebäudes. Kopernikus selbst täuschte sich darüber auch nicht. Er wusste recht wohl, bis zu welchem Grade der Genauigkeit seine Theorie mit dem Himmel übereinstimmen könne. Er versicherte dem Rheticus, so berichtet dieser in seinen Ephemeriden, er würde sich freuen, wie Pythagoras über die Erfindung seines Lehrsatzes, wenn diese Uebereinstimmung bis auf 10 Minuten, den sechsten Theil eines Grades, ginge. Er wusste, dass die Oerter der Fixsterne an der Himmelskugel von den Alten nur bis auf 10 Minuten genau bestimmt worden seyen, und dass man daher von den Planetenörtern, die sich erst auf jene gründen, keine grössere Genauigkeit zu fordern berechtigt sey. Er fühlte das Bedürfniss, genauere Fixsternörter zu besitzen, und er ermahnte den Rheticus, seinen Fleiss wenigstens auf die Sterne des Thierkreises zu verwenden, mit denen die Planeten hauptsächlich verglichen werden. Da die Beobachtungen jener Zeit bis auf 10 Minuten von dem Himmel selbst abweichen konnten, so würde die kopernikanische Theorie der Planeten allen Anforderungen der damaligen Astronomie entsprochen haben, wenn man nach ihr den Ort eines Planeten bis auf 10 Minuten genau hätte berechnen können. Allein dies leistete sie bei Weitem nicht. Um zu untersuchen, wie weit dieselbe von der Wahrheit sich entfernt, muss man Zweierlei unterscheiden: ihre Abweichung von der wahren, d. i. elliptischen Theorie, und ihre Abweichung von den Beobachtungen. Die Frage nach der Grösse der Abweichung der kopernikanischen von der elliptischen Planetentheorie lässt sich allgemein beantworten.

Man kann den *Radius Vector* sowie die wahre Ano-

malie des Planeten durch Reihen ausdrücken, die nach Potenzen der Excentricität fortgehen. Wenn man dies thut und die so entwickelten Reihen mit der Construction des Kopernikus vergleicht, so wird man finden, dass dieser, ebenso wie Ptolemäus, die elliptische Bewegung der Planeten, d. i. den *Radius Vector* und die wahre Anomalie bis auf die erste Potenz der Excentricität genau dargestellt hat. Möbius hat dies in seiner Mechanik des Himmels sehr elegant durch eine geometrische Betrachtung gezeigt *). Ist daher die Excentricität eines Planeten beträchtlich, so kann der nach der Construction des Kopernikus berechnete heliocentrische Ort desselben schon merklich von seinem elliptischen Orte abweichen. Die Grösse dieser Abweichung kann beim Mars bis auf 37 Minuten in der Länge steigen, mithin drei- bis viermal grösser, als die Beobachtungsfehler jener Zeit werden. Dabei wird noch ausserdem vorausgesetzt, dass die Bewegungen der Planeten auf den wahren Sonnenort bezogen werden, was weder Ptolemäus noch Kopernikus gethan haben. Wenn man mit Kopernikus die erste Ungleichheit der Planeten auf den mittleren Sonnenort (das Centrum der Erdbahn) bezieht, so kann der Fehler in der heliocentrischen Länge des Mars bis auf 2° anwachsen, eine Grösse, die den damaligen Fehler der Beobachtung um das Zwölffache übersteigt **). Zu diesem Fehler des heliocentrischen Ortes kommen nun bei der Bestimmung des geocentrischen Ortes noch der Fehler der Entfernung sowie der Fehler in dem entsprechenden Ort der Erde.

*) Die Elemente der Mechanik des Himmels, auf neuem Wege ohne Hilfe höherer Rechnungsarten dargestellt von A. F. Möbius. §. 33. §. 43. Anm.

**) S. Anmerkung hinten am Schluss.

Wir dürfen uns daher nicht wundern, dass der Tafelort des Mars bisweilen um drei volle Grade von dem beobachteten Orte desselben abwich. Man würde sich sehr irren, wenn man glauben wollte, dass die excentrische Kreishypothese keiner grössern Genauigkeit fähig sey. Unter den verschiedenen Hypothesen der Art, nach denen Keppler die Oerter des Mars berechnete, stellte die eine, die sogenannte stellvertretende Hypothese, die in den Oppositionen beobachteten heliocentrischen Längen des Mars bis auf 2 Minuten, das ist fast eben so genau als die Beobachtungen mit den tychonischen Sextanten dar; und die andere, die Hypothese der gleichen Theilung der Excentricität, wich im Maximum nur um 8 Minuten vom Himmel ab, eine Differenz, die man zu den Zeiten des Kopernikus nicht wahrgenommen haben würde, da sie noch innerhalb der damals so weiten Grenzen der Beobachtungsfehler lag. Allein man darf dabei nicht vergessen, dass Keppler seinen Rechnungen die nach den tychonischen Beobachtungen verbesserten Elemente zu Grunde legte und dass er die Hypothese selbst in zwei wesentlichen Stücken verbesserte: einmal dadurch, dass er den Epicykel ganz wegliess, wodurch die Bahn des Planeten nicht wie bei Kopernikus eine auswärts gebogene Curve, sondern genau kreisförmig wurde, und dann dadurch, dass er annahm, der Planet beschreibe diesen excentrischen Kreis nicht um das Centrum der Erdbahn, sondern um die Sonne.

Man muss bei der Analyse der Arbeiten des Kopernikus wohl unterscheiden zwischen der kopernikanischen Weltordnung und der kopernikanischen Planetentheorie. Die erstere ist gegenwärtig eine unumstössliche Wahrheit und die Grundlage unserer Astronomie, die andere da-

gegen eine längst vergessene wissenschaftliche Antiquität. Die welthistorische Bedeutung des kopernikanischen Systems liegt auch nur in der ersteren und die Wirkung, die dasselbe hervorbrachte, zeigte sich schon anfangs mehr in der Kosmologie als in der Astronomie. Die Theorie der Sternkunde selbst war durch Kopernikus um keinen Schritt über Ptolemäus hinausgekommen. Denn das grosse Problem der Astronomie: für jeden Zeitaugenblick den Ort eines Himmelskörpers mit derselben Genauigkeit zu berechnen, mit der man ihn beobachten kann, wurde durch ihn nicht gelöst. Und dennoch kann man behaupten, dass die Astronomie durch ihn der Auflösung dieses Problems näher rückte. Denn Keppler's klarer Geist begriff zuerst die Vortheile, welche die Lehre von der Bewegung der Erde der Behandlung dieses Problems darbot, und wusste sie meisterhaft zu benutzen. Zweierlei bedurfte die Astronomie, um zur Lösung jenes Problems zu gelangen: einen neuen Schatz von Himmelsbeobachtungen und die Kenntniss der Gesetze, nach denen sich die Himmelskörper bewegen. Den erstern lieferte Tycho's Fleiss, die andern enthüllte Keppler's Genie. Beides gehört einer weit späteren Zeit an. In der Geschichte der Astronomie ist die ursprüngliche Gestalt des kopernikanischen Systems und seine spätere Ausbildung durch Keppler und Galilei nicht immer mit hinreichender Sorgfalt unterschieden worden.*

Drei und zwanzig Jahre, von 1507 bis 1530, war Kopernikus ununterbrochen mit der Ausbildung und Darstellung seines Systems beschäftigt. Es war sein Wille, sein Weltsystem und die darauf gegründete Theorie der Planeten nach der Weise der Pythagoreer als Geheimlehre fortzupflanzen, sein bereits ausgearbeitetes Werk nur hand-

schriftlich durch die Hand vertrauter Freunde gehen zu lassen und einzig und allein die aus seiner Theorie berechneten astronomischen Tafeln durch den Druck zu veröffentlichen. Allein die Kunde von seinen Forschungen und Entdeckungen war bereits in das Publikum gedrungen. Bei dem lateranischen Concil, das 1516 über die Verbesserung des Kalenders berathschlagte, befand sich der Dekan des frauenburgischen Domcapitels, Bernhard Skultetus, der Freund und College des Kopernikus, als Geheimschreiber. Auf seinen Antrag wandte sich der dazu niedergesetzte Ausschuss brieflich an Kopernikus mit der Bitte, ihn bei der Verbesserung des Kalenders mit seinem Rath und seinen Kenntnissen zu unterstützen. Kopernikus schlug die Bitte ab, aber sein Name war seitdem der mit diesem Geschäft beauftragten hohen Geistlichkeit bekannt. Im Jahre 1536 wusste bereits der Cardinal von Capua, Nikolaus Schomberg, dass Kopernikus die Bewegung der Erde um die Sonne behaupte. Er schrieb an ihn und bat ihn um eine Abschrift seines Werkes. Den grössten Eindruck scheint die Nachricht von der neuen Lehre in dem lebensfrischen Wittenberg hervorgerufen zu haben, wo damals unter Melanchthon's besonderer Obhut die mathematischen und astronomischen Studien mit regem Eifer getrieben wurden. Zwei junge talentvolle Professoren, Erasmus Reinhold aus Saalfeld und Joachim Rheticus aus Feldkirchen in Graubünden, beide durch Melanchthon berufen, lehrten diese Wissenschaften. Beide wurden von der neuen Lehre ergriffen. Schon 1535 hatte Reinhold mit prophetischem Geiste auf den Wiederhersteller der Astronomie, jenen zweiten Ptolemäus in Preussen hingewiesen. Im Jahre 1539 ging Georg Joachim Rheticus, der seine ersten mathematischen Studien zu Zürich

unter Oswald Myconius gemacht hatte, von Lernbegierde getrieben, mit Vorwissen Johann Schoner's nach Frauenburg zum Kopernikus. Er verehrte Schonern wie seinen Vater und schrieb ihm noch von der Reise aus, dass er ihm so bald wie möglich Nachricht darüber geben werde, ob der Erfolg dem Rufe und seinen Erwartungen entspräche. Auf Schoner's Bitten und treu seinem Versprechen schickte er nach zwei Monaten den unter dem Namen der ***Prima Narratio*** bekannten ausführlichen Bericht über das kopernikanische Weltsystem an seinen väterlichen Freund. Jetzt erst erfuhr man in Nürnberg, dessen Mathematiker und Astronomen noch immer den ersten Rang in Deutschland und vielleicht in Europa behaupteten, etwas Genaueres von den Arbeiten des Domherrn zu Frauenburg, die nichts Geringeres, als eine gänzliche Umgestaltung der Wissenschaft betrafen. Dieses verhältnissmässig späte Bekanntwerden des neuen Weltsystems gerade an dem Mittelpunkt der mathematischen und astronomischen Bildung und in dem Kreise von den Männern, die die Träger dieser Bildung waren, muss uns um so mehr überraschen, als das System des Kopernikus in einem Theile auf Grundlagen ruhte, die diese Männer geliefert hatten. Dem Entdecker des wahren Weltsystems genügte es nicht, die Weltordnung, die er gefunden hatte, in allgemeinen Umrissen hinzustellen, er suchte gleichzeitig die besondere Theorie jedes Planeten geometrisch so weit auszubilden, dass sich neue Tafeln der Bewegung der Himmelskörper aus seinem System ableiten liessen. Zu diesem Behuf hatte er von 1509 bis 1529 eine Reihe von Himmelsbeobachtungen angestellt, hauptsächlich um durch Vergleichung dieser Beobachtungen mit den bereits vorhandenen die Veränderung der Elemente der Planetenbahnen ken-

nen zu lernen*). Er selbst beobachtete alle Planeten mit Ausnahme des Merkur, den bei seinem tiefen Stande am Horizont in Frauenburg die Dünste der Weichsel verhüllten. Um die Theorie dieses Planeten nicht unerledigt zu lassen, gebrauchte er drei nürnberger Beobachtungen, eine von Bernhard Walther aus dem Jahre 1491 und zwei von Johann Schoner von 1504. Da Johann Schoner die Beobachtungen Walther's erst 1544, ein Jahr nach Kopernikus' Tode, durch den Druck veröffentlichte, so drängt sich die Frage auf, wie konnte der Letztere in den Besitz dieser Beobachtungen gelangen? Kopernikus hat nie, wie aus Allem, was Rheticus thut und erzählt, hervorgeht, mit Schoner in einer directen Verbindung gestanden. Man könnte vielleicht vermuthen, er habe durch des Rheticus Vermittelung dieselben erhalten. Allein als dieser zu ihm kam (1539), war sein Werk bereits vollendet. Ich glaube vielmehr, dass Kopernikus jene Beobachtungen auf einem ganz andern Wege bekommen hatte. Der Bruder des Kopernikus, Andreas, ebenfalls Domherr zu Frauenburg, hatte bei seinem Aufenthalt in Rom die

*) Die eigenen Beobachtungen des Kopernikus sind folgende:
1509 und 1511 Mondfinsternisse,
1512 zwei Oerter des Mars,
1514 zwei Oerter des Saturn,
1515 Ort der Spica und des Herbstäquinoctiums,
1516 Frühlingsäquinoctium,
1518 ein Ort des Mars,
1520 zwei Oerter des Jupiter und einer des Saturn,
1522 Mondfinsterniss,
1523 Mondfinsterniss und ein Ort des Mars,
1525 wiederum der Ort der Spica,
1526 ein Ort des Jupiter und ein Ort des Saturn,
1529 ein Ort des Jupiter sowie eine centrale Conjunction der Venus mit dem Monde.

Bekanntschaft des Georg Hartmann gemacht *). Dieser durch seine mathematischen Kenntnisse und seine mechanische Kunstfertigkeit bekannte Mann war seit 1518 Vicarius an der Sebalduskirche zu Nürnberg **). Es ist höchst wahrscheinlich, dass Hartmann auf die Bitte des Andreas Kopernikus sich an Schoner gewendet und von diesem die gewünschten Beobachtungen erlangt habe. Weder Hartmann noch Schoner mochten ahnen, wozu diese Beobachtungen dienen sollten.

---

*) *Dedic. Joachimi Rhaetici Opusc. Nicol. Copernici de Triangulis planis et sphaeris, in Praef. Gassendi, Vita Copernici* p. 292.

**) Georg Hartmann, zu Eckollsheim im Bambergischen 1489 geboren, studirte in Cöln Mathematik und Theologie, ging hierauf nach Rom, kehrte 1518 nach Deutschland zurück und liess sich in Nürnberg nieder. Er starb daselbst 1564 als Vicarius an der Sebalduskirche. Hartmann war ein originelles mechanisches Talent und ein feiner Experimentator noch vor der Erfindung der Experimentalphysik. Er verfertigte astronomische und nautische Instrumente: Astrolabien, Quadranten, Compasse, Sonnenuhren, Erd- und Himmelsgloben. Durch die Ausübung dieser Kunst kam er in vielfache Verbindungen mit hohen und fürstlichen Personen, seit 1541 auch mit dem Herzog Albrecht von Preussen (s. Johannes Voigt, Briefwechsel der berühmtesten Gelehrten des Zeitalters der Reformation mit Herzog Albrecht von Preussen, S. 277—296). 1538 entdeckte er die Declination der Magnetnadel, die damals in Nürnberg 10° 15′ gegen Morgen abwich, und später fand er auch die Inclination der Nadel. Diese Entdeckungen über die Natur und Kraft des Magnets setzt er 1544 in einem merkwürdigen, an den Herzog Albrecht gerichteten Schreiben auseinander, das sich in Johannes Voigt's Briefwechsel S. 287—290 und mit Erläuterungen in Dove's Repertorium der Physik Bd. II. S. 129 fgg. findet. Die Abweichung der Magnetnadel hatte, was dem nürnberger Gelehrten unbekannt geblieben war, schon Columbus auf seiner ersten Fahrt (1492) beobachtet. Martin Cortez aus Bujalorroz, der sein *Breve compendio de la esfera y del arte de navegar* im Jahre 1551 zu Madrid herausgab, suchte zuerat die Ursache dieses Phänomens in einem Magnetpol, der vom Weltpol verschieden sey, ein Theorem, das von Halley und den grossen Physikern der folgenden Zeit allgemein angenommen wurde.

Dies ist nicht der einzige Dienst, den Nürnberg dem neuen Weltsystem geleistet hat. Kaum war dort die neue wissenschaftliche Erscheinung bekannt geworden, so traf man daselbst auch die Veranstaltungen, dieselbe der Welt mitzutheilen. Rheticus war zu Ende des Jahres 1541 wieder nach Wittenberg zurückgekehrt. In demselben Jahre wurde auch seine *Narratio Prima* zu Basel gedruckt. Unterdess hatte Kopernikus den Bitten seines Freundes Tiedemann Giese, Bischofs von Kulm, nachgegeben und ihm das Manuskript seines Werkes ausgehändigt. Giese schickte dasselbe auf sicherem Wege an Rheticus nach Sachsen. Rheticus war der Meinung, dass das Werk an keinem andern Orte erscheinen dürfe, als in Nürnberg. Es scheint, dass er das Manuskript selbst dahin gebracht habe. Wir finden ihn 1542 mit Empfehlungsbriefen von Philipp Melanchthon in Nürnberg. Luther's Freund, Andreas Osiander, übernahm mit thätigem Eifer die Besorgung der Herausgabe. Osiander fügte dem Titel des Werks *De Revolutionibus* gegen des Kopernikus Sinn noch die Worte *Orbium coelestium* hinzu und schrieb dazu, ohne sich zu nennen, die bekannte Vorrede *de Hypothesibus.* 1543, kurze Zeit vor dem Tode des Verfassers, war der Druck vollendet.

Nicht bloss die Astronomie, sondern die ganze intellectuelle Cultur des Menschengeschlechts trat damit in eine neue Phase der Entwickelung. Die Erdbewegung, die sich unserer Wahrnehmung entzieht, war gleichsam ein Mysterium, das Kopernikus zuerst enthüllte. Was gegen alle Gewohnheit zu urtheilen und, wie es schien, selbst gegen die Sinnesanschauung war, das hatte ein tiefblickender Geist in den Sternen gelesen, dass die Erde, das Symbol des Starren und Unbeweglichen, die Feste des

Weltalls, eine jährliche Wanderung um die Sonne macht. Eine ganz neue Weltanschauung trat dadurch an die Stelle der alten. Der religiöse Ideenkreis, der sich auf die alte Weltanschauung gründet, verlor durch das kopernikanische System seine festeste Stütze. So brachte die Annahme der Bewegung der Erde eine ungeheuere Revolution in allen menschlichen Vorstellungsweisen hervor. Fast alle kosmischen Ansichten, welche man bisher gehegt, mussten aufgegeben werden. Ganz anders erschien von nun an die Welt, als man sich dieselbe bis jetzt gedacht hatte.

In dem Bilde des aristotelischen Weltbaus ruht die Erde hier unten in der Mitte der Welt; der Himmel, das reine Lichtreich der Gestirne, der Wohnsitz der Seeligen, ist oben. Die Sphären des Himmels sind geordnet gemäss den Abstufungen der Geister. Die Raumwelt ist das Gottesreich selbst; der erste Beweger ist auch in räumlicher Beziehung der oberste Geist, die Gottheit, die zuhöchst über Allen thront. Hier unter dem Monde, in der Welt der vier Elemente, ist das Reich der Trübsal und Finsterniss. Die sittliche Weltordnung spiegelt sich in dem Bau des Weltalls ab.

Wir finden diesen Weltbau, belebt mit einer Fülle malerischer Gestalten, in dem wunderbaren Gedicht von Dante wieder. Die Wanderung des Dichters durch Hölle, Fegefeuer und den Himmel führt uns gleichsam durch die verschiedenen Stockwerke dieses Weltgebäudes und zeigt uns das Leben und Treiben in jedem von diesen. Die *Divina Commedia* nimmt an, dass vor dem Fall des Lucifer, der im Mittelpunkte der Erde gefesselt liegt, unsere Halbkugel ganz mit Wasser bedeckt war, während auf der andern Halbkugel der Erde noch ein grosses Festland vorhanden war. Dort lebten Adam und Eva, dort

genoss das erste Menschengeschlecht den Anblick der Pracht des südlichen Himmels. Eine furchtbare Katastrophe veränderte die Gestalt der Erdoberfläche. In unserer Hemisphäre erhob sich ein gewaltiges Festland, dessen Mittelpunkt Jerusalem bildet; das Festland der Gegenerde sank unter und nur der Berg des Fegefeuers, auf dessen Gipfel das irdische Paradies liegt, ragt noch aus den Fluthen des Meeres empor. Von hier aus, Jerusalem gerade gegenüber, erblickt man das Kreuz des Südens, vier „heilige Lichter,“ denen am Himmelsgewölbe „drei Flammen“ gegenüberstehen, von denen der Mailänder Astronom Cesaris gezeigt hat, dass es die drei Sterne: Canopus, Achernar und Fomahant sind. Die Gruppe der vier Sterne ist zugleich das Bild der vier Cardinaltugenden, während die drei Sterne, „welche den Pol erhellen,“ die christlichen Tugenden: Glaube, Liebe, Hoffnung darstellen. Wir haben gegenwärtig Mühe, unter diesen mystischen Formen die Gegenstände des Sternenhimmels wieder zu erkennen, die den Gesetzen der Mechanik des Himmels gehorchen. Es sind hier gleichsam zwei Welten, von denen die eine das Spiegelbild der andern ist. Diese Doppelnatur der Gebilde in Dante's Dichtung, die bald geistige, bald körperliche Bedeutung seiner Figuren ist in vollkommener Uebereinstimmung mit der scholastisch-aristotelischen Weltansicht. Alles hat hier gewissermaassen eine doppelte Existenz: die eine in dem Reich der Geister, die andere in der Welt der Körper.

Durch das kopernikanische System wurde diese philosophische Weltansicht gänzlich umgestaltet. Nicht bloss die Prinzipien der Naturphilosophie, auch die Ideen der Religionsphilosophie wurden von dieser Umwandelung betroffen. Alle Vorstellungen von dem Verhältniss der Gottheit zur Welt, dem Verhältniss des Geisterreichs zur Kör-

perwelt wurden dadurch geändert. Gott war nicht mehr der erste Beweger, in der Raumwelt gab es keinen passenden Platz mehr für seinen Thron. Die Ordnung der Himmelssphären zeigte sich anders, als die Ordnung der Geister; die Körperwelt gehorchte von nun an anderen Gesetzen, als den Gesetzen des Sittlichen und Guten.

Die Erde, der Wohnsitz des Menschengeschlechts, ruhte nicht mehr unbeweglich in der Mitte des Ganzen, sondern rollte mit Allem, was sie trug, in der Reihe der Planeten durch die Räume des Himmels. Die Frage nach der Bewohnbarkeit der Planeten stand damit unmittelbar in Verbindung. Diese Vorstellungen, denen man nicht mehr ausweichen konnte, erschütterten das ganze Gebäude der orthodoxen Theologie. Wie konnte das Fundament dieser Theologie, die alte kirchliche Lehre von der Erlösung neben der neu auftauchenden Idee von der Mehrheit der Welten bestehen? Wie konnte man ferner noch glauben, dass Gott einst von seinem Thron herabgestiegen und an der Oberfläche eines einzigen Planeten in Gestalt eines Menschen gewandelt sey, dass er unbekümmert um die Bewohner anderer Welten die grossartigen, Erde, Himmel und Hölle umfassenden Veranstaltungen der Erlösung nur dem Menschengeschlechte zu Liebe getroffen habe?

Durch die plötzliche unermessliche Erweiterung der Räume des Weltalls war das Malerische des Weltbaus verschwunden. Es giebt vielleicht nichts Erhabeneres in der Anschauung und auf das Gefühl mächtiger Wirkendes als die grossartige Kuppel des Himmels, hinter welcher der fromme Glaube den glanzumstrahlten Thron des Ewigen sucht. Dieses Zauberbild verschwindet vor unserer neueren Astronomie und der reichgestickte Sternenteppich verwandelt sich in eine Wüste ärmer an Oasen, als die

traurige Sahara. Der Bau des Himmels hat heut zu Tage durch die Grenzenlosigkeit seiner Ausdehnung seine ästhetische Einheit verloren und die astronomische Weltansicht hat sich von der dichterischen Weltanschauung gänzlich getrennt. Man vergleiche nur Dante's Göttliche Komödie mit Klopstock's Messias. Dante's Himmelsbau ist ein zusammenhängendes, völlig abgerundetes Bild, allenthalben mit Figuren und Leben erfüllt. Klopstock, der durch sein im Sinne der neuern Astronomie gezeichnetes Weltgemälde den Verstand und die Einbildungskraft zugleich befriedigen will, verwickelt beide nur in Widersprüche. Während die Bühne das kleine Palästina ist, sehen wir die Geister zwischen Sonnen schweifen. Das Bild zeigt ungeheuere leere Räume und nur hie und da in einer Ecke bemerken wir eine verschwindende Figur. So hat die religiöse Dichtung die kosmographischen Unterlagen verloren, die vordem der Darstellung religiöser Ideen den Reiz einer eigenthümlichen Anschaulichkeit verliehen.

Es ist ein zwar zufälliges, aber dennoch merkwürdiges Zusammentreffen, dass diese Umgestaltung der Kosmologie gleichzeitig zusammenfällt mit der grossen, durch die Reformation hervorgerufenen Umwälzung der Ideen auf dem Gebiete der Theologie. Hier drehte sich der Streit hauptsächlich um das Verhältniss des Menschen zu Gott. Die Heilsordnung, die Lehre von der Rechtfertigung durch den Glauben und die Berichtigung der Vorstellungen von der Erlösung darnach bildeten den Kern und eigentlichen Mittelpunkt von Luther's religiösen Ueberzeugungen. Die Reformatoren strebten hauptsächlich darnach, die religionsphilosophische Idee des Guten und Bösen von den äussern Reinigungsgebräuchen, in denen der symbolische Opfercultus der katholischen Kirche bestand,

zu befreien und sie auf ihren wahren Gehalt, die Hoffnung der Reinigung unsers Willens im ewigen Leben zurückzuführen. So wurden gleichzeitig von zwei Seiten her, von Seiten der psychischen Anthropologie und von Seiten der Kosmologie, die religionsphilosophischen Ideen umgestaltet.

Nicht minder gross und vielleicht noch mehr in die Augen springend ist der Einfluss der kopernikanischen Lehre auf die Ausbildung der Naturphilosophie gewesen. Kopernikus bewirkte eine Revolution in den Naturwissenschaften, die anfänglich nach zwei getrennten Richtungen hin verfolgt wurde durch Keppler und durch Galilei, bis sich beide in Huygens und Newton wieder zusammenfanden. Auf dem Wege der Astronomie gelangte Keppler zu einer tiefern geometrischen Erforschung des Himmelsbaus, von der ich im Verlaufe meiner Erzählung weiter zu berichten habe. Auf dem Wege der Physik brach Galilei zuerst die Bahn zur Ergründung des geheimnissvollen Wirkens der Natur. Nach aristotelischer Ansicht hatte man bisher vorausgesetzt, dass die Natur ihre Wirkungen und Erzeugnisse durch gestaltende, masselose Wesen hervorbringe, die man Entelechien, substantielle Formen, wohl auch plastische Naturen nannte. In dieser Substantialität der Form sah man den gemeinschaftlichen Erklärungsgrund der Körpergestalt und des Geistes. So wurden Einzelwesen, die nur der Hypostasirung der Begriffe ihre Existenz verdankten, zu Prinzipien der Natur. Nach Galilei wurde es klar, dass die Natur durch Grundkräfte der Materie wirke, die den Naturgesetzen unterworfen sind und dem Wesen des Geistes fremd bleiben. Diese Ansicht trat mit unwiderstehlicher Klarheit hervor; nachdem Galilei die Gesetze entdeckt hatte, nach denen die

Schwerkraft an der Oberfläche der Erde den freien Fall der Körper regelt, und diese Entdeckung wurde gleichsam im Verfolg der Ausbildung des kopernikanischen Systems gemacht.

Ideen und wissenschaftliche Entdeckungen wirken geräuschlos und mit einer gewissen Stetigkeit umändernd auf die Denkweise und den Culturzustand der Völker ein. Ihre fortdauernden Wirkungen entziehen sich eben deshalb sehr leicht den Blicken des Historikers und werden zu Zeiten erst dann sichtbar, wenn Institutionen des geselligen und öffentlichen Lebens, die schon längst langsam von ihnen unterwühlt sind, plötzlich und vor Aller Augen zusammenbrechen. Das Letztere war der Fall mit den reformatorischen Ideen, die schon seit längerer Zeit im Schoosse der Kirche genährt und grossgewachsen, einmal von grossen Persönlichkeiten ergriffen, sich mit solcher Macht erhoben, dass sie das Gebäude der römischen Hierarchie und den Cultus der alten Kirche zertrümmerten. Die Revolution dagegen, welche durch die Entdeckung des wahren Weltsystems in der Weltansicht und in den Wissenschaften hervorgerufen wurde, war ohne alle Störung der bürgerlichen Gesellschaft. Das Verständniss dieser Entdeckung erforderte einen mathematisch gebildeten Geist. Die Lehre des Kopernikus musste erst Eingang in die Geister gefunden haben, ehe sie ihre Wirkungen äussern konnte.

Für die Aufnahme und Verbreitung der kopernikanischen Lehre war es ohnstreitig besonders günstig, dass ihr erstes Bekanntwerden gerade in die Zeit fiel, wo in der jungen protestantischen Kirche, durch die Zauberkraft von Melanchthon's Geist hervorgerufen, ein reges wissenschaftliches Leben sich zu entwickeln begann. Denn die

neue Lehre des katholischen Domherrn, ein echt deutsches Gewächs wie der Protestantismus selbst, ist vorzugsweise von Protestanten gepflegt und ausgebildet worden. Ihre ersten thätigen Schüler fand sie in der Metropole des Protestantismus, an den beiden Professoren der Mathematik zu Wittenberg, Georg Joachim Rheticus und Erasmus Reinhold, und ein halbes Jahrhundert später war es Michael Mästlin, der Galilei und Keppler für diese Lehre gewann.

Das Schicksal der neuen Astronomie war von da an gewissermaassen an das Schicksal des Protestantismus gefesselt. Aber auch bei den Protestanten geriethen die eben aufblühenden Wissenschaften in Verfall, noch ehe die neue Kirche ihren eigenen Bau vollendet hatte. Es lag dies nicht allein in der Verkettung der Umstände und in der Zufälligkeit der Persönlichkeiten, die die Bewegung leiteten, sondern ebensowohl in der Natur der neuen Religionsansichten und ihrem Verhältniss zu der Stufe der damaligen wissenschaftlichen Bildung. Die Lehre, die der grosse Reformator an das Licht gebracht, ist auf die Cultur und das Schicksal unseres Volkes von entscheidendem Einfluss gewesen, der durch sie erregte Streit selbst bis auf den heutigen Tag noch nicht geschlichtet worden. Es wird daher nicht ungehörig erscheinen, wenn ich dieselbe hier von meinem Standpunkte aus zu beleuchten suche.

Nachdem die Autorität des Papstes, der Concilien und der Traditionen der alten Kirche einmal vernichtet war, tauchten eine Menge verschiedenartiger Meinungen auf. Die eine suchte immer die andere zu verdrängen, jede suchte zu alleiniger Anerkennung zu gelangen. In diesem Kampfe der Meinungen sah Luther die Nothwendigkeit ein, eine feste Basis zu gewinnen, auf der das

Gebäude der neuen Kirche errichtet werden könnte, und er entschied sich für die Autorität der Bibel. Ranke hat in seiner meisterhaften Erzählung der leipziger Disputation im ersten Bande seiner deutschen Geschichte im Zeitalter der Reformation sehr schön entwickelt, wie dem Reformator nach Verwerfung des göttlichen Ursprungs der päpstlichen Gewalt und der Inspiration der Concilien keine andere Quelle christlicher Lehre mehr blieb, als die Schrift. Einmal entschieden für diese Ansicht, hielt er auch mit aller Hartnäckigkeit seines Charakters daran fest. Man würde jedoch kein historisch treues Bild von Luther's Charakter erhalten, wenn man, wie Hagen in seiner Reformationsgeschichte, seine strenge Bibelgläubigkeit bloss persönlichen Motiven und der Verlegenheit seiner Lage zuschreiben wollte. In der ganzen reformatorischen Bewegung und vor Allem in Luther's Geist lag von allem Anfang an, neben dem Zurückgehen auf das Evangelium selbst, noch ein tief innerliches, ein religionsphilosophisches Element, das aber gar bald in Conflict einerseits mit den historischen Traditionen der christlichen Lehre, andererseits mit der naturalistischen Denkweise aller menschlichen Wissenschaft gerathen musste. Was Luther in der Form eines Dogma als die Rechtfertigung durch den Glauben ohne Werke (d. i. ohne die Gebräuche und Ceremonieen der Kirche) *) aussprach, war im Grunde nichts Anderes, als ein religionsphilosophischer Grundgedanke: die

*) Ursprünglich verstand man unter dem Ausdruck „Werke" nur kirchliche Werke, wie Messopfer, Wallfahrten, Bussungen, Ablass u. dergl. Erst auf den späteren Religionsgesprächen schoben die katholischen Theologen dem Wort die Bedeutung menschlicher Handlungen unter, vielleicht in der Absicht, die evangelische Opposition in Sinnlosigkeiten und Widersprüche zu verstricken.

Ueberzeugung von der allgemeinen Sündhaftigkeit aller Menschen und die Hoffnung der Wiederherstellung der Reinheit des Willens im Vertrauen auf die die Welt beherrschende ewige Liebe. Diese Idee des Guten und Bösen, wie wir sie nach der philosophischen Kunstsprache unserer Religionsphilosophie nennen, ist die mittlere in der Trias der religionsphilosophischen Ideen, und da wir das Drama des Menschenerdenlebens nach ihr deuten müssen, so ist sie der eigentliche Träger der öffentlichen Andacht und des Cultus. Es ist einerseits das Gefühl der Abhängigkeit von drohenden, ihm überlegenen Naturgewalten, andererseits das sittliche Schuldgefühl, was in der Brust des Menschen das Bedürfniss der Religion, die Sehnsucht nach Verständigung und Frieden mit dem Lenker seines Schicksals und dem Richter über seine Gedanken und Handlungen erweckt. Jenachdem man diese Sehnsucht äusserlich durch Divination und Zauberkünste oder innerlich durch Sinnesänderung, Reue und Busse zu befriedigen wähnt, wird der Cultus im Ganzen und Grossen bald diese bald jene Form annehmen. Da sich also der Cultus und alle heiligen Gebräuche unmittelbar und zunächst auf diese Idee und erst vermittelst dieser auf die beiden andern gründen, so griff Luther offenbar die Sache bei der Wurzel an, indem er die Ansicht vertheidigte, dass die Selbstverschuldung des Bösen nicht durch Zauberkünste des Cultus, durch Ablass und dergleichen getilgt werden könne. Hier liegt, nicht vom dogmatischen, sondern vom religionsphilosophischen Standpunkt aus angesehen, die Grundverschiedenheit des Katholicismus und Protestantismus. Der Cultus der katholischen Kirche ruhte auf der Annahme, dass im Hochamt der Messe die Hostie wie durch Zauberei in den Leib Christi

verwandelt werde. Auf dem Begriffe der Verwandelung beruhen die Ceremonieen, welche die Andacht der Gläubigen beherrschen, Kirchen und Gassen der Städte mit Pomp erfüllen. Luther setzte an die Stelle des Begriffs der Verwandelung den Begriff der realen Gegenwart und an die Stelle der Messe das Abendmahl, das sich auf diesen Begriff gründete. Die reale Gegenwart des Leibes Christi im Abendmahl war vielleicht ein eben so grosses Wunder, als die Verwandelung von Brod in Fleisch, aber das Letztere hatte den Anschein eines Kunststücks der natürlichen Magie, eines priesterlichen Gaukelspiels, das Erstere lag in seiner völligen Unbegreiflichkeit als etwas Uebernatürliches jenseits der Schranken der Naturgesetze.

Die Lehre von der Rechtfertigung durch den Glauben oder, wie wir die Sache religionsphilosophisch bezeichnen, die Idee des Guten und Bösen war die innerste Wurzel von Luther's geistigem Daseyn. Der Glaube an die Realität dieser Idee, die Ueberzeugung von dem Kampfe des Bösen mit dem Guten in der Welt lag so fest und lebendig in der Tiefe seiner Seele, dass daraus selbst sein Glaube an die Existenz des Teufels entsprang. Die Glaubenskraft, mit welcher ihn gerade diese Idee durchdrang, stellte ihn in den Mittelpunkt der grossen reformatorischen Bewegung. Da nun das Sacrament der Vergebung der Sünden der Repräsentant dieser Idee im Cultus ist, so war es natürlich, dass um dieses Sacrament der Streit mit aller Heftigkeit entbrennen musste.

Der metaphysische Kern der religiösen Idee des Guten und Bösen ist die Idee der Freiheit des Willens. Sobald sich der Streit von dem Cultus auf die Prinzipien der Lehre zurückzog, musste er sich hauptsächlich um diesen Punkt drehen. In der That finden wir hier Luther

mit Erasmus im Streit. Erasmus, der den Angriff eröffnet hatte, behauptete die Freiheit, Luther dagegen die Unfreiheit des Willens. Erasmus macht den Einwand, dass die Unfreiheit des Willens die Tugend aufheben, eine sittliche Besserung unmöglich machen würde. Luther begegnet diesem Einwurf mit der Antwort: Niemand soll sich bessern, sondern nur seine Unfähigkeit erkennen. Erasmus findet es mit der Liebe und Gerechtigkeit Gottes unvereinbar, dass er von den Menschen, die doch verhindert seyen, frei zu handeln, fordere, dass sie ein reines und tugendhaftes Leben führen sollen. Luther erwidert darauf: „Eben darum thue Gott das Verkehrte, erscheine ungerecht, hart, tyrannisch, um unsern Glauben zu prüfen. Wenn das Wesen Gottes durch die Vernunft (d. i. nach unserer Art es auszudrücken: aus wissenschaftlichen Prinzipien) erkannt werden könnte, so brauchte man den Glauben nicht. Weil aber die Vernunft dies nicht könne, so finde der Glaube statt, so könne man den Glauben üben an so widersinnigen Lehren.“

In diesem merkwürdigen Streite blieb Luther seinem Gegner keine Antwort schuldig; er wusste vollkommen, was er wollte. Jede Frage, die der feine und gewandte Erasmus mit noch so schlagenden Gründen beantwortet hatte, beantwortete Luther mit derselben Sicherheit und grösserer Zuversicht durch das directe Gegentheil. Keiner ging aus diesem Kampfe als Sieger hervor, Jeder behielt Recht. Wie soll man sich nun dieses seltsame Räthsel deuten? Wir haben es hier offenbar mit zwei Weltansichten zu thun, die in ihren Prinzipien und Beurtheilungsweisen einander gerade entgegengesetzt sind. Die eine ist eine ethische, die andere eine religiöse Weltansicht. Die eine giebt Vorschriften und Gesetze für die

sittliche Veredelung des Menschen, die andere zeigt ihm, wie er zum Frieden mit sich selbst und dem Geschick gelangen könne. Die religiöse Ansicht, welche Luther's innerste Ueberzeugung bildete, schien die Würde der menschlichen Natur zu verletzen, den Adel der moralischen Gesinnung zu beleidigen. Die sittliche Ansicht, welche Erasmus verfocht, konnte der religiösen Sehnsucht keine Befriedigung gewähren. Jene hatte keinen Platz für die Tugend und diese keinen für die Frömmigkeit. Luther beurtheilte die Freiheit des menschlichen Willens, wie sie in der Natur zur Erscheinung kommt, religiös, Erasmus ethisch. Jeder von ihnen hat von seinem Standpunkt aus Recht, der Eine mit der Behauptung der Knechtschaft, der Andere mit der Behauptung der Freiheit des Willens.

Aber wie kann von zwei einander widersprechenden Ansichten eine jede von beiden zugleich richtig seyn? Hier eben liegt das tiefe Räthsel unserer Erkenntniss, das erst in unsern Zeiten durch die philosophischen Entdeckungen von Kant und Fries vollständig gelöst worden ist. Freilich, wenn beide Ansichten in gleicher Weise wissenschaftlich wären, so könnten sie nicht neben einander zu Recht bestehen, die eine würde die andere alsdann ausschliessen und aufheben. Aber nur die ethische Weltansicht ist wissenschaftlich, die religiöse ist ästhetisch. Die Prinzipien jener lassen sich auf Regeln bringen, aus denen sich in wissenschaftlicher Form die Lehre entwickeln lässt. Die Prinzipien dieser sind keine wissenschaftlichen Regeln, keine Gesetze, sondern der Glaube an die Realität der Ideen von Seele, Freiheit und Gottheit. Wenn wir uns in die Beschauung ästhetischer Ideen versenken, welche Natur oder Kunst geschaffen hat, wenn wir uns

dem damit verbundenen Eindruck des Schönen und Erhabenen hingeben, ahnen wir wohl, dass der Natur und dem Schicksal des Menschenerdenlebens geheimnissvoll, unerforschlich Das zum Grunde liegt, was wir in jenen Ideen denken; aber es wird der Wissenschaft des Menschen nie gelingen, das, was wir sehen, zu erklären und abzuleiten aus dem, woran wir nur glauben können *).

Auch in der Idee des Guten und Bösen liegt wie in allen religiösen Ideen ein undurchdringliches Geheimniss verborgen, das wir nur ahnen, aber nicht wie ein Naturgeheimniss erforschen können. Luther hatte daher ganz recht, wenn er hier ein Mysterium anerkannte, aber er fehlte darin, dass er das, was wir positiv nur bildlich und symbolisch aussprechen können, in der Form eines Dogma, d. i. eines wissenschaftlichen Lehrsatzes hinstellte **). Dieser Tadel, wenn wir gerecht seyn wollen, trifft jedoch nicht ihn, sondern die Bildungsstufe des Zeitalters, dem er angehörte.

Es war eigentlich der Streit zwischen der Wissenschaft und dem Glauben, der zwischen Luther und Erasmus geführt wurde. Mit überraschender Richtigkeit bestimmt Luther in seiner Schrift von dem unfreien Willen

*) Wer über den merkwürdigen Gegensatz einer endlichen und ewigen Wahrheit für den Menschen, den ich hier angedeutet habe und der sich aus der kant'schen Lehre des transcendentalen Idealismus schulgerecht erklären lässt, weitere Belehrung wünscht, den verweise ich auf das letzte Kapitel in dem zweiten Bande meiner Epochen der Geschichte der Menschheit: Ueber das Gesetz der Spaltung der menschlichen Wahrheit.

**) Es geschah sicher auch aus innerer Ueberzeugung und aus keinem andern Grunde, dass Luther die Abendmahlslehre Zwingli's verwarf, er musste sie folgerichtig verwerfen, weil sie nach seiner Ansicht das religiöse Mysterium verkannte und ihm deshalb naturalistisch erschien.

das Wesen des Glaubens. „Der Glaube," sagt er hier, „kann nicht statt haben, es sey denn Alles, was ich glaube, verborgen und unsichtbar: denn was ich sehe, das glaube ich nicht. Es kann aber ein Ding nicht tiefer verborgen werden, denn wenn es widersinnig scheint und ich gleich anders in der Erfahrung vor Augen sehe, fühle und greife, denn mich der Glaube weiset." Dem Erasmus hätte dieses aber nur genügen können, wenn er ihm zugleich nachgewiesen hätte, dass der Glaube, obschon er der Anschauung und der Wissenschaft widerspricht, dennoch eine nothwendige Ueberzeugung der reinen Vernunft sey. Um dieses mit wissenschaftlicher Klarheit und Sicherheit darzulegen, hätte er jedoch den negativen Ursprung der Ideen kennen müssen, was erst eine Entdeckung der neuern Philosophie ist. Die wahren Prinzipien des Glaubens sind nämlich die transcendentalen Ideen unserer Vernunft von Seele, Freiheit und Gottheit, die wissenschaftlich nur unter der doppelt verneinenden Form des Absoluten ausgesprochen werden können, und eben wegen dieses ihres negativen Ursprungs kann sich die Glaubensansicht unserer Vernunft unter ihren Prinzipien nur in einer ästhetischen Weltansicht entfalten.

Nach dem Zustande der damaligen Philosophie und der ganzen wissenschaftlichen Bildung jenes Zeitalters konnte daher Luther nicht das letzte entscheidende Wort in diesem Streite finden. Im Geiste der scholastischen Bildung seiner Zeit sah er die Prinzipien des Glaubens wie wissenschaftliche Sätze an, die selbst bewiesen werden können und aus denen sich Anderes beweisen lässt; an die Stelle der nothwendigen Vernunftwahrheiten, die uns durch die Ideen des Absoluten zum Bewusstseyn kommen, traten ihm die historischen Mythen des Christen-

thums, die, wie alle dichterische Sagen, Dinge enthalten, deren Möglichkeit die Naturgesetze aufheben würde, und seine Glaubensansicht selbst musste wieder eine wissenschaftliche Form annehmen: sie musste zur Dogmatik werden*). Hier liegt die Nothwendigkeit und der Grund

---

*) Die Grundgedanken der Lehre Luther's, wie oft und vielfach man sie auch verkannt hat und noch verkennt, werden ewig wahr bleiben, eben weil sie nothwendige Grundgedanken unseres Geistes und nicht historische Satzungen sind, oder mit anderen Worten ausgedrückt, weil sie ihrer Natur nach religionsphilosophische und nicht dogmatische Prinzipien sind. Aber erst durch die grossen dialektischen Entdeckungen Kant's ist es möglich geworden, ihre metaphysische Natur in aller wissenschaftlichen Strenge darzuthun. Doch lag, wenn auch noch dunkel, ein Gefühl von der Innern Wahrheit seiner Lehre in der Seele des Reformators. Luther verwarf die Tradition der Kirche und entschied sich für die Schrift hauptsächlich wegen der paulinischen Lehre von der Rechtfertigung durch den Glauben. Also entschied er sich für die Schrift wegen ihres Inhalts, und man darf daher selbst im Sinne des echten Lutherthums das Schriftprinzip nicht als das Höchste betrachten; Luthern selbst stand der Glaube als ein noch Höheres darüber; und dieser Glaube ist ihm keine äussere Satzung, sondern etwas durchaus Inneres: die von den religiösen Ideen getragene sittliche Gesinnung, die ohne Vermittelung von Heiligen und Priestern mit Gott versöhnt. „Der Glaube ist," wie er ihn selbst beschreibt, „nicht ein fauler loser Gedanke, sondern eine lebendige, ernstliche, tröstliche und ungezweifelte Zuversicht des Herzens, und obschon selbst kein Werk, ist er der Meister und das Leben der Werke." Gleich weit entfernt von äusserer Werkheiligkeit und der blossen Negation der kirchlichen Dogmen und Formen, bestand ihm das Wesen des Christenthums in der innern Erneuerung des menschlichen Gemüthes und der dadurch erregten Lust zu wirklichen guten Werken in der Liebe. Diese Gesinnungsumwandelung hatte er, noch bevor er die grosse Bühne der Welt betrat, in der Einsamkeit der Mönchszelle unter grossen innern Kämpfen an sich selbst erfahren und gegründet auf diese innern Erfahrungen, stand bei ihm unwandelbar die Ueberzeugung fest, dass nicht die Beobachtung äusserer Gebräuche, sondern die Reinheit und Lauterkeit des Herzens den Menschen vor Gott wohlgefällig mache.

zur Dogmenbildung in der jungen protestantischen Kirche. Mit dieser wurde aber auch das Schicksal der protestantischen Bildung auf lange Zeit hinaus entschieden. Die Dogmatik erschien wiederum als die Königin der Wissenschaften, vor der alle andern bescheiden zurücktreten mussten. Die Strömung der Geister, die bisher dem Zuge der klassischen Studien gefolgt war, erhielt mit einem Male eine andere Richtung. Von nun an verschlang das kirchlich-religiöse Interesse, wie heut zu Tage bei uns das politische, jedes andere. Alles drängte sich zur Theologie. Die freien Studien geriethen neben ihr in Verfall und dieser Verfall wurde beschleunigt durch die äussern Verhältnisse, die nach dem unglücklichen Ausgang des schmalkaldischen Krieges eintraten und die die Existenz der neuen Kirche bedrohten. Schon Peucer, Melanchthon's Schwiegersohn, klagt darüber, dass die mathematischen Wissenschaften vernachlässigt werden und aus Mangel an Unterstützung verfallen. Rheticus sey allein noch übrig; wenn er einen Mäcen erhielte, dass er mit Beiseitesetzung anderer Geschäfte allein diese treiben könnte, würde er was Vortreffliches leisten. Peucer erinnert sich noch mit Dankbarkeit seines Lehrers Erasmus Reinhold. Aber auch dieser sey durch die langwierige Berechnung der prutenischen Tafeln und seine schwächliche Gesundheit an weiteren Unternehmungen verhindert worden. Erasmus Reinhold, der früher einen ausgezeichneten Commentar zu Peurbach's Planetentheorik verfasst hatte (1542), und der später die ersten, unter dem Namen der prutenischen bekannten Planetentafeln berechnete, die auf das kopernikanische Weltsystem gegründet sind und die erst durch Keppler's rudolphinische Tafeln verdrängt wurden, verliess Wittenberg 1552 der Pest wegen und begab sich nach

seiner Vaterstadt Saalfeld, wo er schon im folgenden Jahre starb. Bei diesem Umzug ging der ausführliche Commentar verloren, den er zu des Kopernikus Werke geschrieben hatte und der die Erklärung der prutenischen Tafeln und die Feststellung der ihnen zu Grunde liegenden Elemente der Planetenbewegung enthielt *). Aber auch

*) Interessante Mittheilungen über Erasmus Reinhold, besonders über seine Verbindnng mit dem Herzog Albrecht von Preussen, der ihm auf Melanchthon's wiederholte dringende Verwendungen kleine Unterstützungen zufliessen liess, giebt Johannes Voigt in dem Briefwechsel der berühmtesten Gelehrten des Zeitalters der Reformation mit Herzog Albrecht von Preussen S. 514—546. Im Jahre 1549 schrieb Reinhold an den Professor der Theologie, Staphylus in Königsberg, dessen Urtheil beim Herzog grosses Gewicht hatte: „Von allen meinen Arbeiten ist diejenige die vorzüglichste, welche den Titel führt: *Novae tabulae Astronomicae*. Nach ihnen können alle Himmelsbewegungen rückwärts fast auf dreitausend Jahre oder gewiss doch bis auf die Zeiten des Ezechiel berechnet werden, wo ungefähr die astronomischen Beobachtungen, die, schriftlich festgestellt, nicht verloren gegangen, sondern bis auf unsere Zeit erhalten, ihren Anfang nehmen; und diese Berechnung stimmt mit allen dazwischen liegenden Beobachtungen nicht bloss an den Orten des Zodiakus, sondern auch in den Zeittheilen überein. Eine solche Berechnung bieten weder die ptolemäischen, noch alphonsinischen, noch die andern aus diesen hergenommenen Tafeln dar. Daher zweifle ich auch nicht, dass diese meine Tafeln, wie man sie schon viele Jahrhunderte gewünscht hat, allen Gelehrten, die sich mit dieser Wissenschaft beschäftigen, sehr willkommen seyn werden, sobald sie an's Licht treten. Dass dies so bald als möglich geschehe, werde ich mir alle Mühe geben; allein ich muss mir einen Patron und Mäcen suchen, der durch seine Freigebigkeit und Munificenz die Kosten und den Schaden, die ich nicht gering anschlagen darf, einigermaassen decken und auch für meine Kinder gütigst Sorge tragen wird. Denn ich habe an diesem Werke, ganz allein mit dieser einzigen Sache beschäftigt, über fünf Jahre gearbeitet und bei der eifrigen Anstrengung in den schwierigsten und ausgedehntesten Berechnungen nicht bloss die Kräfte meines angegriffenen Körpers, meine Gesundheit und sehr viele Vortheile geopfert, welche ich mir theils aus Beurtheilungen von Nativitäten bei Königen,

der Graubündner, der kein Opfer für seine Studien scheute,

Fürsten und andern vornehmen Leuten, theils auch auf andern ehrbaren Wegen verschaffen konnte, sondern ich habe auch von dem Meinigen noch fünfhundert Gulden zugesetzt, ausser der jährlichen Besoldung, die mir an dieser Universität als Lehrer der Mathematik gezahlt worden ist, und auch ausser den Unterstützungen, die mir der erlauchteste Herzog von Preussen mit so grosser Freigebigkeit hat zukommen lassen. Jetzt ist es das siebente Jahr, seitdem ich meine Privatschule aufgegeben habe, nicht aus Trägheit, sondern damit ich mich mit allem Eifer nur den mathematischen Studien hingeben könne. Ich habe nun aber viele Gründe, warum ich meine Tafeln der Himmelsbewegungen *tabulae Prutenicae* nennen und dem erlauchten Fürsten, Herzog Albrecht von Preussen dediciren möchte; und zwar ist der vornehmste der, dass ich die meisten Beobachtungen, von welchen als den Prinzipien und Fundamenten ausgehend ich diese Tafeln entworfen und ausgeführt, von dem hochberühmtesten Nikolaus Kopernikus, einem Preussen, entliehen habe. Ich bin zwar nicht so unverschämt, dass ich für meine allerdings wohl grossen und langwierigen Arbeiten eine Tonne Goldes, wie die Astronomen des Königs Alphons, verlangen sollte; allein einen mässigen Ersatz für meine Kosten und meinen Verlust möchte ich wünschen, damit ich meinen Kindern durch alle meine so grossen Arbeiten nicht etwa nur das als Frucht hinterlasse, dass sie durch mich in Armuth gebracht oder schon bei meinen Lebzeiten gezwungen würden, den Bettelstab zu ergreifen." Albrecht, zuerst Hochmeister des deutschen Ordens und dann erster Herzog von Preussen, wurde nach seinem Uebertritt zur Kirche Luther's ein eifriger Beschützer der Wissenschaften. Unter ihm erhob sich die Universität zu Königsberg als ein zweiter Sitz der Gelehrsamkeit neben dem Domcapitel von Frauenburg. Man ersieht nicht ohne Interesse aus seinem Briefwechsel, besonders mit Erasmus Reinhold, wie bereits im Anfange der vierziger Jahre, noch vor dem schmalkaldischen Kriege, die Richtung der Zeit sich verändert und die Reformation schon einen kirchlich-dogmatischen Charakter angenommen hatte. Die freien Wissenschaften durften nicht mehr um ihrer selbst willen, sondern nur „zur Ehre und Verherrlichung des Namens Gottes und zum Gedeihen und Nutzen der Kirche" betrieben werden. Dieser hochkirchlichen Ansicht huldigt auch der Herzog Albrecht. Erasmus Reinhold geht, ob aus innerm Triebe, ob gezwungen durch die Dürftigkeit seiner Lage, auf die immer mehr herrschend werdende Ansicht seiner Zeit ein, dass die Astronomie im Dienst der Kirche stehen müsse und

fand in Wittenberg den Mäcen nicht, den ihm Peucer wünschte. Er ging zuerst als Professor der Mathematik nach Leipzig und dann nach Ungarn, wo er 1576 in Kaschau starb.

Wie einst er den Kopernikus, so hatte ihn hier noch in spätern Tagen Otho aufgesucht, um sich mit seinen Arbeiten und Entdeckungen in der Trigonometrie bekannt zu machen. Um die Ausbildung dieser Wissenschaft, die ihn schon lebhaft beschäftigte, noch ehe er zum Kopernikus ging, hat sich Rheticus ein ausserordentliches Verdienst erworben, er gab unter andern die erste Tafel der Secanten. Otho hat durch die Herausgabe des 1596 unter dem Titel *Opus Palatinum de Triangulis* erschienenen Werkes diese mühsamen Arbeiten seines Lehrers der Nachwelt erhalten, die ohne ihn wahrscheinlich eben so untergegangen wären, wie Reinhold's Arbeit über das Werk des Kopernikus.

Mit dem schmalkaldischen Kriege beginnt eine merkwürdige Wendung der Dinge in der Geschichte des Protestantismus und der Cultur unseres Volkes. Die Protestanten waren der ihnen drohenden Gefahr glücklich entronnen und der Vertrag von Passau (1552) sowie der darauf gegründete Religionsfriede, der 1555 zu Augsburg zu Stande kam, sicherte ihnen ihre Existenz. Aber das geistige Leben, das sich so hoffnungsreich und vielversprechend unter ihnen entwickelt hatte, verfiel, nachdem Kaiser und Reich das Recht ihres Glaubens anerkannt hatten. Der Ursachen hierzu waren mehrere. 1546 beim Ausbruch

---

dass ihr Hauptzweck die Berechnung kirchlicher Feste sey. Bei allen seinen Bemühungen gelang es Melanchthon nicht, in Wittenberg den mathematischen und astronomischen Wissenschaften das Ansehen und die Achtung zu verschaffen, die sie in Nürnberg genossen.

des schmalkaldischen Krieges starb. Luther, der Mann Gottes, der letzte Prophet am Ende der Welt, wie ihn die Mehrzahl seiner Anhänger nannte. Das Orakel verstummte, das die reine evangelische Lehre verkündigte. Der Mann trat vom Schauplatze ab, an dem das Volk glaubensvoll hing, dessen persönliches Ansehen die unruhigen und ruhmsüchtigen Köpfe in Schranken hielt. Alsbald nach seinem Tode brachen die Misshelligkeiten unter den Protestanten aus. Die ängstlichern Gemüther, die sein lebendiges Wort nicht mehr vernahmen, hielten sich desto strenger an den Buchstaben seiner Lehre; die freieren Geister, die sich um Melanchthon schaarten, sahen den protestantischen Lehrbegriff noch nicht für abgeschlossen an. Ein äusserer Umstand trug dazu bei, diesen Riss zu vergrössern. Mit der Churwürde war zugleich die Universität Wittenberg an die jüngere sächsische Linie gekommen. Die Fürsten der ernestinischen Linie, von Anfang an die Beschützer des neuen Glaubens, gründeten zu Jena eine neue Burg des ächten Lutherthums. Es lag mit in der Natur der Verhältnisse, dass diese Universität gegen Wittenberg und Leipzig eine feindliche Stellung einnahm. Bald sah sich Melanchthon von seinen Schülern gemeistert, von Zeloten und Schreiern verunglimpft. Religionshass und Verketzerungssucht nahmen überhand und der Geschmack für wissenschaftliche Studien, wie sie bisher Melanchthon und Camerarius betrieben hatten, ging verloren. Die freien Wissenschaften und unter ihnen Mathematik und Astronomie treten von nun an in den Hintergrund zurück.

Man kann in der Geschichte der Sternkunde von dem Zeitpunkt ihrer Wiedererweckung in den Abendlanden durch Peurbach und Regiomontanus bis zu ihrer theoretischen Voll-

endung durch Keppler drei Perioden unterscheiden. Ein volles Jahrhundert, von der Mitte des fünfzehnten bis zur Mitte des sechszehnten Jahrhunderts, stand die Sternkunde im Vordergrund der wissenschaftlichen Bestrebungen des Zeitalters. Von der Kirche und dem Staat unterstützt, von reichen Mäcenen gefördert, von den Gelehrten und Gebildeten der Nation gesucht und mit ehrfürchtiger Scheu betrachtet, behauptete sie gewissermaassen den ersten Rang unter den Wissenschaften. Der zweite Zeitraum, der ein halbes Jahrhundert umfasst, geht von der Mitte des sechszehnten Jahrhunderts bis zur Ankunft des Tycho de Brahe in Prag im Anfang des siebzehnten Jahrhunderts. Daran reiht sich ein Menschenalter (von 1600 — 1630) der ruhmvollsten astronomischen Entdeckungen.

Durch die Ereignisse der Reformation war die politische und sociale Gestalt Deutschlands verwandelt worden. Grosse Massen waren auf dem Schauplatz handelnd aufgetreten. Der Zeitgeist hatte ein vorherrschend demokratisches Gepräge erhalten. Das Volk hatte für seinen Glauben und seine Altäre gekämpft. Die religiösen und theologischen Interessen lagen ihm weit näher als die wissenschaftlichen. Dies änderte wesentlich die Stellung der Sternkunde zu den öffentlichen Interessen. Beraubt der Unterstützung des Papstes und des Kaisers, musste sie ihren bisherigen Vorrang an die Theologie abtreten. In dem ganzen Zeitraume eines halben Jahrhunderts (von 1550 — 1600) schwindet sie gewissermaassen aus unsern Augen. Allein obschon die allgemeine Theilnahme sich von ihr abgewendet hatte und trotz des wissenschaftlichen Verfalls von Nürnberg und Wittenberg erhielt sich doch der Sinn und Eifer für Astronomie unter den Deutschen. Um diese Behauptung zu begründen, wird es hier genügen,

an einen Mann und an zwei Institute zu erinnern. Dieser Mann ist Michael Mästlin, diese Institute sind die Sternwarte zu Cassel und die Universität zu Altdorf. Die Arbeiten der Sternwarte zu Cassel, von Landgraf Wilhelm gegründet, beginnen 1561 und dauern 36 Jahre. Der Landgraf, ein Fürst der Astronomen, wie ihn Bessel nennt, ist als der Vorläufer des Tycho de Brahe in der praktischen Astronomie anzusehen*). Während seiner sechs und dreissigjährigen astronomischen Thätigkeit unterstützte ihn Jobst Byrg, ein Uhrmacher aus der Schweiz. Dieser merkwürdige Mann, der keine gelehrte Bildung, aber desto mehr Erfindungsgabe und mechanisches Talent besass, erfand noch vor Napier die Logarithmen. Wir finden ihn seit 1602 in Verbindung mit Keppler auf der kaiserlichen Sternwarte zu Prag**). Neben ihm sehen wir in Cassel bald noch einen andern berühmten Namen. 1577 kam, nachdem Prätorius in Altdorf den Ruf aus-

*) Ein sehr interessanter Aufsatz über Landgraf Wilhelm IV. und das Leben auf seiner Sternwarte findet sich in von Zach's Monatlicher Correspondenz Bd. 12. S. 267—302. Der Landgraf hatte zuerst die Idee, die Zeit nicht bloss zu Bestimmung der Epoche einer Beobachtung, sondern unmittelbar zu Findung der gesuchten Grösse selbst zu benutzen. Aber seine Methode, diese Idee zu realisiren, ist von dem durch Flamstead in die astronomische Beobachtungskunst eingeführten Verfahren verschieden. Tycho de Brahe verwarf die Methode des Landgrafen als unbrauchbar.

**) Keppler sagt von ihm in der Schrift *De stella Cygni p.* 164: *Justus Byrgius, S. C. Majest. Automatopoeus, qui licet expers linguarum, rerum tamen Mathematicarum scientia et speculatione, multos earum Professores facile superat. Praxin vero sic peculiariter sibi possidet, ut habitura sit posterior aetas, quem in hoc genere Coryphaeum celebret, non minorem quam Durerum in pictoria, cujus crescit occulto, velut arbor, aevo fama.* Ueber die Erfindung der Logarithmen durch Byrg und Napier s. *Kepleri Tab. Rudolph. cap. III.* p. 10. 11.

geschlagen, Christoph Rothmann als Astronom auf die Sternwarte, dessen ungedruckte Manuskripte sich noch in Cassel befinden sollen. Das Observatorium auf dem Schlosse zu Cassel besass eine drehbare Kuppel und war mit Quadranten, Sextanten, Torqueten aus Messing, auch mit Uhren versehen. Die Beobachtungen, welche daselbst gemacht wurden, hat uns Willebrord Snellius erhalten *).

In Nürnberg hatte nach dem Tode von Johann Schöner das *Auditorium publicum* und das Gymnasium fast alle seine Stützen verloren. Um den Sinn für Wissenschaft neu zu beleben, ersuchte man Philipp Melanchthon, als er 1552 durch Nürnberg auf das Concil nach Trident reiste, öffentliche Vorlesungen zu halten. Allein dies konnte den Verfall jener Anstalten nicht aufhalten. Um dem gänzlichen Verfall der Wissenschaften vorzubeugen, entschloss sich endlich der Magistrat von Nürnberg zu kräftigern Mitteln. Auf den Rath von Joachim Camerarius gründete er 1572 die Universität Altdorf, an die zuerst als Professor der Mathematik Prätorius, der Erfinder des Messtisches, berufen wurde, dessen zahlreiche, nie gedruckte Schriften über alle Theile der mathematischen Wissenschaften Doppelmayr namentlich aufführt. Sein Schüler Odontius (Zahn) hielt sich längere Zeit als astronomischer Rechner bei Keppler in Prag auf.

Michael Mästlin, seit 1570 Pfarrer in Backnang, seit 1580 Professor in Heidelberg und bald darauf Nach-

*) *Coeli et siderum in eo errantium observationes Hassiacae, illustrissimi principis Wilhelmi Hassiae Landgravii auspiciis quondam institutae, et specilegium biennale ex observationibus bohemicis v. n. Tychonis Brahe. Nunc primum publicante Willebrordo Snellio R. F. Quibus accesserunt Joan. Regiomontani et Bernardi Walteri Observationes. Noribergicae. Lugd. Bat.* 1612. 4.



folger des unglücklichen Philipp Apian, Sohnes von Peter Apian, in Tübingen, hat den doppelten Ruhm, der Lehrer Keppler's zu seyn und Galilei auf einer Reise nach Italien von der Wahrheit des kopernikanischen Systems überzeugt zu haben. Er stand auch mit Tycho de Brahe, der ihn als einen guten astronomischen Beobachter und als einen feinen mathematischen Kopf schätzte, in brieflicher Verbindung. Seinen grossen Schüler überlebte er um mehrere Jahre.

Werfen wir einen Blick rückwärts auf den ganzen bisher durchlaufenen Zeitraum, so bemerken wir, dass die Astronomie einen neuen und früher für nicht möglich gehaltenen Zuwachs erhalten hatte. Was im Alterthum und im Mittelalter nur eine paradoxe philosophische Idee gewesen war, die Annahme einer Bewegung der Erde, das war durch Kopernikus zur Grundlage einer astronomischen Theorie geworden. Wie auf dem Gebiete des Glaubens, so standen jetzt auf dem Gebiete der Sternkunde zwei verschiedene Lehrsysteme einander feindlich gegenüber: das alte geocentrische des Ptolemäus und das neue heliocentrische des Kopernikus. Länger als ein Jahrtausend hatte das ptolemäische Weltsystem für eine ausgemachte Wahrheit gegolten. Jetzt war diese Wahrheit mit einem Male schwankend geworden. Ein neues und ganz anderes Weltsystem war aufgetaucht. Es war die Möglichkeit dargethan, die Sternörter auch nach diesem neuen System zu berechnen, und es waren die Vorschriften des Verfahrens dazu vorhanden. Männer wie Reinhold, Prätorius, Mästlin und Magin, bedienten sich bei ihren astronomischen Rechnungen bald des einen bald des andern Systems. Für den praktischen Gebrauch war es am Ende gleichgiltig, ob man nach den Regeln der ptolemäischen

oder der kopernikanischen Astronomie rechnete. Aber sobald man die beiden Weltsysteme nicht als blosse Rechnungshypothesen betrachtete, sondern nach ihrer Wahrheit frug, musste sich die Sache anders stellen. Alsdann mussten sie sich durch Gründe rechtfertigen, und solche Gründe konnte jedes für sich geltend machen. Die geocentrische Hypothese hatte die Anschaulichkeit und Augenfälligkeit, die heliocentrische die Einfachheit und Harmonie des Ganzen für sich. Jene schien durch den Sinn sowie die Autorität, diese durch die Vernunft sowie die Philosophie empfohlen zu seyn. Befrug man den Himmel um die Wahrheit des einen oder des andern Systems, so erhielt man von ihm keine Antwort. Denn die kopernikanische Astronomie wich in ihren Rechnungen ebensoviel von den Beobachtungen und dem Himmel ab wie die ptolemäische. So war der Zustand der Sternkunde. Wie in der Kirche, so lag in der Wissenschaft eine grosse unentschiedene Streitfrage vor. Aber rascher und sicherer als dort fiel hier die Entscheidung für die Wahrheit der neuen Lehre. Die grosse schwebende Frage konnte freilich zuletzt nur der Himmel selbst beantworten, aber um ihm diese Antwort abzulocken, musste man die Kunst, die Sterne zu beobachten, und die Regeln, ihren Lauf zu berechnen, vervollkommnen und umgestalten. Eine totale Reform der Sternkunde in ihrem Thatbestand wie in ihren Theorien musste stattfinden. Sie geschah, wie Zeit und Umstände es gerade am wenigsten zu versprechen schienen.

Ich habe nun das Bild eines Mannes zu zeichnen, der während eines Lebens voll von Missgeschick und Widerwärtigkeiten nur von Wenigen in seiner stillen Geistesgrösse erkannt ward, dessen Name aber jetzt von allen civilisirten Nationen mit Verehrung und Bewunderung ge-

nannt wird. Dieser Mann ist Johann Keppler, der Reformator der Sternkunde.

Keppler's Auftreten fällt in die traurigsten Zeiten unseres Vaterlandes. Die Reformation hatte das grosse Werk der Glaubensreinigung vollbracht und fing nun an, sich in ihren socialen und politischen Folgen fühlbar zu machen. Die Spaltung der religiösen und kirchlichen Ansichten war tief in alle Lebensverhältnisse eingedrungen und hatte die Stellung von Bürgern zu Bürgern, von Fürsten zu Unterthanen, von Staaten zu Staaten verrückt. Die Scheidewand, welche die Verschiedenheit von Sprache, Sitte und Gesetz zwischen den Nationen errichtet hatte, wurde durch die Reformation gestürzt. Der deutsche Lutheraner, der in seinem katholischen Mitbürger seinen natürlichen Feind erblickte, gewöhnte sich, seine Glaubensverwandten in Frankreich, Holland und England als seine Brüder zu betrachten. Die Trennung der Kirche führte zu einer Vereinigung zwischen Staaten, die vorher keinen Berührungspunkt gehabt hatten. Der unparteiische Geschichtsforscher wird gestehen müssen, dass dies nicht die Wirkung der Religion allein gewesen ist. Wenn es auch den Anschein hatte, als ob alle grossen gesellschaftlichen Umänderungen jener Tage durch die Religion und für die Religion bewirkt wurden, so hat in Wahrheit die Politik doch einen nicht unbeträchtlichen Antheil daran. Die Regenten, welche für die Reformation handelnd aufgetreten waren, fürchteten die wachsende Uebermacht des Hauses Oesterreich, welche die Freiheit Europas bedrohte, und der blinde Eifer, mit dem dieses Haus die neue Religion zu unterdrücken suchte, bewaffnete den protestantischen Fürsten die Nation.

Der Reichstag zu Augsburg hatte die Trennung

Deutschlands in zwei Kirchen sowie die politische Spaltung der Nation vollendet. Der Religionsfriede, der endlich zu Stande kam, war nur ein vorübergehender, von der Noth dictirter Waffenstillstand. Jede Partei fühlte das. Beide Parteien standen gegen ein halbes Jahrhundert, die Hand am Schwerdte, jeden Augenblick bereit, im Kampf ihre Kräfte zu messen.

Auf jenem Reichstage überreichten die Protestanten die unter dem Namen der Augsburgischen Confession bekannte dogmatische Feststellung ihrer neuen Religion. Dieses Augsburgische Bekenntniss hat sowohl auf die äussere Stellung als die innere Entwickelung der jungen Kirche nachtheilig gewirkt. Anstatt den Vereinigungspunkt ihrer Kirche in der gemeinsamen Opposition gegen die römische Hierarchie und die Missbräuche des katholischen Cultus zu suchen, stellten die Protestanten ein neues positives Glaubenssystem auf und setzten in dieses das Wesen und das Unterscheidungszeichen ihrer Kirche. Dieses Bekenntniss entfremdete die Reformirten den Lutheranern, nicht bloss durch die einseitige und übereilte Feststellung einer neuen Glaubenssatzung, sondern vielmehr noch dadurch, dass die Wohlthat des Religionsfriedens an die Bedingung der Annahme desselben geknüpft war. Dasselbe Bekenntniss setzte gleichzeitig der protestantischen Bewegung eine feste Grenze, ehe noch der erwachte Forschungsgeist sich diese Grenze gefallen liess, und die Protestanten verscherzten unwissend einen Theil des Gewinns, den sie aus dem Abfall von dem Papstthum hätten ziehen können. Nach funfzig Jahren glichen die Protestanten ihren Voreltern nicht mehr, welche ihr Bekenntniss zu Augsburg übergeben hatten, und die Ursache dieser Veränderung ist — in eben diesem Bekenntniss zu suchen.

Der hohe geistige Aufschwung der Nation war vorüber. Wissenschaft und Gelehrsamkeit, welche die religiöse Bewegung eingeleitet und unterhalten hatten, wurden von der fertigen Kirche bei Seite gelegt, nachdem sie ihre Dienste geleistet hatten. Das Studium der classischen Literatur, einer der mächtigsten Hebel der Reformation, wurde in diesem Zeitraum nur noch kärglich gepflegt. Die deutsche Sprache und Literatur gerieth immer mehr in Verfall. Die Freiheit der Forschung wurde von der Macht der Kirche unterdrückt bei den Protestanten ebensowohl als bei den Katholiken. Die Grossen ergaben sich den geheimen Wissenschaften, der Astrologie und Alchemie, und der Nebel dämonischen Aberglaubens verdunkelte die Gemüther der Menge. Beides hatte seine natürlichen Ursachen. Der traurige Zustand des Vaterlandes, die schwankende politische Lage der Dinge, die Unsicherheit der Zukunft hielten die Gemüther der Gewalthaber in steter Spannung und Furcht. Was menschlicher Berechnung verborgen blieb, das, hoffte man, könne die Stellung der Sterne enthüllen, und diesem Glauben konnte man sich mit um so grösserer Zuversicht hingeben, je unbekannter man damals noch war mit den Gesetzen der gegenseitigen Einwirkung der Gestirne auf einander. Der Phantasie stand es daher noch völlig frei, nach ihren Wünschen und Bedürfnissen Dasjenige zu verbinden, was der Verstand noch nicht nach festen Regeln zu verknüpfen gelernt hatte. Während die Sterndeutung die Bewegung der Himmelskörper mit dem persönlichen Geschick des Menschen verkettete, bot die Alchemie ein mehr materielles Interesse dar. In demselben Maasse als durch die Einfuhr des amerikanischen Goldes und Silbers, durch die Ausdehnung der holländischen und englischen Industrie und Schifffahrt,

sowie durch den Verfall der italienischen Handelsstädte der innere Wohlstand Deutschlands sank, stieg der Luxus und die Verschwendung der deutschen Fürsten. Anstatt durch weise Sparsamkeit und kluge Finanzoperationen den Verlegenheiten zu begegnen, in die sie dadurch geriethen, suchten sie die Abhilfe des Uebels bei der Kunst der Goldmacherei.

Die Leichtgläubigkeit der Grossen und Vornehmen wurde noch weit von der Leichtgläubigkeit des Volkes übertroffen. In keinem Zeitraum der Geschichte war der Glaube an Hexerei so tief gewurzelt und so weit verbreitet, als gerade in diesem, und es ist bemerkenswerth, dass die Protestanten in ihrem Eifer, Hexen zu verbrennen, den Katholiken vorangingen. Dieser merkwürdige Umstand hatte seine Entstehung in einer ganz zufälligen Ursache. Kein Mann hat vielleicht so fest an die Erlösung der Welt aus der Sklaverei des Teufels geglaubt als Luther, keiner aber auch so fest an die Macht und Wirkung des Teufels. Sowie er sich als den Wiederhersteller des Evangeliums und des Reichs Jesu ansah, so war er auch fest überzeugt, dass nun der Teufel seine letzten Kräfte aufbiete, um sein eigenes Reich zu erhalten. Der Teufel mischte sich in alle seine Angelegenheiten. Der Bauernaufstand, die Unternehmungen Münzer's, die Unruhen der Anabaptisten zu Münster kamen von dem Teufel. Es war natürlich, dass dieser Glaube sich auch seinen Nachfolgern und Anhängern mittheilte, und da man Hexen und Zauberer als die Hauptwerkzeuge betrachtete, durch die der Teufel seine Ränke ausübe und den Verehrern Christi Schaden zufüge, so musste man auch auf deren Ausrottung bedacht seyn.

Duldsamkeit gegen Andersdenkende ist das sicherste

Zeichen wahrer Aufklärung. Wie weit aber die Deutschen damals davon entfernt waren, zeigen die polemischen Schriften, welche zwischen Katholiken und Protestanten, Reformirten und Lutheranern gewechselt wurden. Ausländer wunderten sich über die Animosität und Erbitterung, mit der dieser Meinungskampf geführt wurde; man machte den deutschen Gelehrten den Vorwurf, dass sie begieriger wären, zu lehren, als zu lernen, dass sie mehr schrieben, als sie gelesen und verdaut hätten, und dass ihre Denkkraft nicht eben die schärfste sey.

So war die Bildung und der Zustand der Nation unmittelbar vor dem Ausbruch des dreissigjährigen Krieges. Gerade unter diesen ungünstigen Umständen machte die Sternkunde ihre grössten wissenschaftlichen Fortschritte. Mitten in den religiösen Wirren, mitten in den Vorbereitungen zu dem dreissigjährigen Kriege und noch in dem Getümmel desselben erhob sich der menschliche Geist durch das Genie eines Deutschen zu einer Höhe, welche die Bewunderung aller Zeiten erregen wird. Man wird es vielleicht wunderbar finden, dass gerade in dieser dunkeln Periode der deutschen Literatur und Bildung Keppler's Genie auftauchen und eine der erhabensten und schwierigsten Wissenschaften des menschlichen Geistes zu dem Gipfel einer kaum vorher geahnten Vollendung erheben konnte. Man würde indess ein völlig falsches Bild von der Geschichte der Sternkunde erhalten, wenn man Keppler wie ein einzelnes Meteor an dem wissenschaftlichen Himmel seiner Zeit ansehen wollte. Richtig wird man diesen grossen Mann nur dann zu würdigen im Stande seyn, wenn man ihn nicht bloss in seiner selbstständigen Individualität, sondern auch im Zusammenhange mit seiner Zeit betrachtet. Keppler war keineswegs der einzige

bedeutende Astronom seiner Zeit, obwohl er alle seine Berufsgenossen durch den Glanz seines Geistes und seiner Entdeckungen in Schatten stellte. Er selbst erzählt in seiner Schrift über den neuen Stern im Fusse des Schlangenträgers, dass niemals zuvor das Studium der Sternkunde so populär und allgemein verbreitet gewesen sey. Das Andenken an Peurbach und Regiomontan, an Peter Apian und Kopernikus war unter den Deutschen noch nicht in Vergessenheit gerathen und auf Universitäten und in grösseren Städten gab es zahlreiche Liebhaber und Kenner der Astronomie. Gerade der Aberglaube der damaligen Zeiten, der Hang zur Astrologie bei allen Grossen und Gelehrten sicherten ihr ein allgemeines Interesse und gewannen ihr hohe Gönner. Der Kaiser Rudolph II., die Könige von Dänemark und von England, Friedrich II. und Jakob I., waren eifrige Beschützer und Beförderer der geheimen Wissenschaften, der Astronomie und Alchemie. Wallenstein, der gefürchtete Herzog von Friedland, frug bei seinen kriegerischen und politischen Unternehmungen die Sterne um Rath. Der Landgraf Wilhelm von Hessen-Cassel war selbst ein eifriger Himmelsbeobachter, sein Hofastronom Rothmann ein Anhänger des kopernikanischen Systems. Den grossartigsten Aufschwung nahm aber das Studium der Astronomie durch Tycho de Brahe. Da durch eine merkwürdige Verkettung der Umstände Keppler's Geschick mit dem dieses seltenen Mannes auf's Engste verflochten wurde, so muss ich hier schon den Blick auf ihn richten.

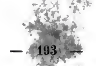
Tycho de Brahe, Erbherr auf Kundstorp, aus einem edeln dänischen Geschlecht entsprossen, begann seine akademischen Studien in Leipzig im Jahre 1562. Nach dem Willen seines Vaters und unter der Aufsicht eines Haus-

hofmeisters sollte er sich der Jurisprudenz widmen. Aber heimlich und ohne Wissen seines Hofmeisters ergab er sich mit allem Eifer dem Studium der Astronomie und Astrologie. Während jener schlief, beobachtete er die Sterne und verglich die Ephemeriden des Stadius sowie die alphonsinischen und prutenischen Tafeln mit dem Himmel. Als junger Mensch von 16 Jahren entdeckte er ohne fremde Anleitung, dass diese Tafeln nicht mit dem Himmel übereinstimmten und dass Stadius in der Ableitung seiner Zahlen aus den prutenischen Tafeln vielfache Rechnungsfehler begangen habe. Er überzeugte sich bald, dass zur Verfertigung besserer Tafeln sorgfältigere Himmelsbeobachtungen erforderlich seyen, und durchdrungen von der Ansicht, dass solche Beobachtungen das Fundament der ganzen Astronomie bilden, fasste er schon damals den grossartigen Plan, sobald es Zeit und Umstände gestatten würden, diese Beobachtungen in dem Umfange und zu dem Zwecke anzustellen, dass entweder die schon vorhandenen Tafeln über die Bewegung der Himmelskörper nach ihnen verbessert oder neue auf sie gegründet werden könnten. Diesen Plan führte er mit solcher Beharrlichkeit und solchem Erfolg aus, dass ihn Keppler und Gassendi mit Recht den Hipparch der neuern Astronomie nennen konnten.

Nach beendigtem Triennium in Leipzig kehrte Tycho in sein Vaterland zurück und setzte dort fleissig seine angefangenen Beobachtungen fort. Die dürftigen Instrumente, welche er besass, zwangen ihn, durch sinnreiche Kunstgriffe zu ersetzen, was diesen Instrumenten an Genauigkeit und leichter Handhabung abging. Diesen Kunstgriffen lag schon damals dunkel das Prinzip zu Grunde, aus dem sich später eine ganz neue astronomische Beobachtungskunst entwickelte.

Die Verachtung, welche der dänische Adel unverhohlen gegen das Studium der freien Wissenschaften an den Tag legte, verleidete dem jungen aufstrebenden Gelehrten den Aufenthalt in seinem Vaterlande. Er ging im Frühjahr 1566 nach Wittenberg. Von dort vertrieb ihn aber schon im Herbst die Pest nach Rostock. In Rostock verlor er in einem Duell mit einem dänischen Edelmann, Namens Manderup Pasberg, einen guten Theil seiner Nase. Der Astrologie zu Liebe verlegte später die Sage dieses Ereigniss rückwärts auf eine frühere Zeit, damit es als durch das Horoskop des Tycho de Brahe verkündigt erschiene.

1569 trat er seine schon früher projektirte Reise durch Deutschland an, machte in Lauingen die Bekanntschaft des Astrologen Cyprianus Leovitius und ging von da nach Augsburg, wo er durch die beiden Brüder Johann Baptist und Paul Hainzel, angesehene Patricier der Stadt und Liebhaber der Astronomie, längere Zeit festgehalten wurde. Dem Paul Hainzel baute er einen Quadranten von $17\frac{1}{2}$ Fuss im Halbmesser, den dieser auf einem Hügel in dem Garten seines Landhauses aufstellte und durch eine Zeltbedachung gegen die Unbilden der Witterung schützte, — ein Instrument, das durch seine Grösse an Herschel's Riesenteleskop erinnert. In Augsburg machte er auch die Bekanntschaft des Petrus Ramus, der von Paris aus eine Reise durch die Schweiz und Deutschland machte. Ramus bewunderte den nach Tycho's Vorschriften construirten Quadranten und glaubte in dem jungen dänischen Edelmann den Mann gefunden zu haben, der im Stande sey, eine Astronomie ohne Hypothesen zu schaffen. Tycho selbst hielt jedoch diese Forderung an die Astronomie für unausführbar.



1571 kehrte Tycho nach Dänemark zurück, nachdem er eine Menge gelehrter Bekanntschaften in Deutschland angeknüpft hatte. In seiner Heimath lebte er anfangs in dem Hause seines Onkels Sten Bille, mit astronomischen und chemischen Studien beschäftigt. Dort geschah es, dass er, als er einstmals des Nachts aus seinem chemischen Laboratorium heimkehrte, ein neues Gestirn in dem Sternbilde der Cassiopeja bemerkte, das durch seinen ungewöhnlichen Glanz selbst den vorüberfahrenden Bauern auffiel. Diese unerwartete Erscheinung des neuen Sternes in der Cassiopeja erweckte in ihm den Gedanken, die Sterne von Neuem zu zählen und ihre Oerter durch eigene Beobachtung zu bestimmen. Durch eine ähnliche Erscheinung war schon Hipparch zu seinem grossen Unternehmen, dem ersten dieser Art, veranlasst worden. Vier Jahre später machte er eine zweite Rundreise durch Deutschland, auf der er längere Zeit in Cassel bei dem Landgrafen von Hessen verweilte, mit dem er von da an bis an seinen Tod in ununterbrochener brieflicher Verbindung blieb. Diese Reise erweckte in ihm den Wunsch, sich nach Deutschland überzusiedeln, und er hatte bereits Basel sich zu seinem künftigen Wohnsitz ausersehen, als sein Schicksal plötzlich eine unerwartete Wendung erhielt. Als nämlich der König von Dänemark, Friedrich II., der inzwischen durch den Landgrafen von Hessen auf ihn aufmerksam geworden war, seinen Entschluss erfuhr, bot er ihm einen ansehnlichen Jahrgehalt an, und um ihn dauernd an sein Vaterland zu fesseln, schenkte er ihm die Insel Hween im Sunde. Auf diesem Eilande residirte Tycho de Brahe von nun an wie ein Fürst. Hier gründete er aus königlichen und aus eigenen Mitteln Uranienburg oder die Himmelsstadt, ein Observatorium, das in

jenem Zeitalter durch seine Einrichtungen wie durch seine Leistungen ebenso berühmt war, wie heut zu Tage die Sternwarten von Greenwich und Pulkowa. Dieses Uranienburg war ein viereckiges, genau nach den vier Weltgegenden gerichtetes Gebäude mitten auf der Insel, 60 Fuss lang und 60 Fuss breit, 2 Etagen hoch mit 2 Thürmen von 75 Fuss Höhe. Bewegliche Klappen. schlossen und öffneten die Dächer der Thürme nach Belieben und nach dem Bedürfniss der Sternbeobachtungen. Die innere Einrichtung des Schlosses war fürstlich, ausser den verschiedenen Observationszimmern enthielt es prächtige Wohngemächer und Gesellschaftszimmer. Eine auserlesene Bibliothek, Bildnisse berühmter Männer, kostbare astronomische Instrumente von Brahe's eigener Erfindung, die grosse Himmelskugel und mechanische Kunstwerke allerlei Art waren darin aufgestellt. Ein schöner und grosser Garten umgab das Schloss. Auf einem kleinen Hügel lag südlich vom Schlosse in einer Entfernung von 70 Schritten noch ein kleineres, sternförmig gebautes Observatorium, die Sternenburg genannt. Hier standen die grösseren astronomischen Instrumente in unterirdischen Höhlen, um sie gegen den Wind und jede Erschütterung zu schützen. Verschiebbare Dachklappen öffneten die Aussicht nach dem Himmel. Ein Wirthschaftsgebäude, eine Werkstätte für Künstler und Handwerker, eine Buchdruckerei, eine Korn- und Papiermühle lagen in der Nähe des Schlosses. Auf dieser, der Muse Urania geweihten Niederlassung lebte und wirkte Tycho de Brahe 21 Jahre in stiller Zurückgezogenheit von dem Geräusch der Welt und den Zerstreuungen des Hofes. Hier gründete er eine hohe Schule für den Unterricht in der Astronomie. Er hatte stets 6 bis 8, zuweilen 10 bis 12 Studenten bei sich.

Unter diesen finden sich die Namen Isaak Pontanus, der später als Professor der Mathematik und Physik in Holland lebte, Franz Tengnagel, ein böhmischer Edelmann und nachmals Schwiegersohn des Tycho de Brahe, Simon Marius, der Mitentdecker der Jupitersmonde, Elias Olaus Morsianus, Conrad Aslacus, Gellius Sascerides und Christian Severin Longomontanus, der Assistent und vertraute Hausfreund des Tycho. Von diesen Männern wurde unter des Meisters Anleitung mit früher nie gekannten Instrumenten der Himmel nach einem völlig neuen Prinzip beobachtet. Während man bis dahin die Oerter der Sterne an der Himmelskugel durch die sogenannte Armillarsphäre, eine mechanische Nachahmung der täglichen Bewegung des Himmels, unmittelbar gemessen hatte, so wurden auf der tychonischen Sternwarte die Sternörter nicht unmittelbar durch Messung bestimmt, sondern vermittelst der Rechnung aus Messungen abgeleitet. Zu diesen Messungen bediente man sich anstatt der Armillarsphäre des Mauerquadranten, des beweglichen Quadranten und des Sextanten. Die tychonische Beobachtungskunst betrachtete jeden Stern in der grossen Configuration, welche die Himmelskugel bedeckt, so zu sagen, wie eine himmlische Station. Diese Stationen wurden wie die irdischen bei den geodätischen Operationen durch Dreiecke mit einander verbunden, ihre Abstände von einander gemessen und dann in Charten eingetragen, wie die Städte und Dörfer eines Landes. Diese Beobachtungskunst, welche Abstände der Sterne von einander und von dem Pol misst und daraus erst ihren Ort an der Himmelskugel, d. i. ihre Rectascension und Declination oder ihre Länge und Breite berechnet, hat sich auf den Sternwarten erhalten, bis Flamstead durch die Verbin-

dung der Pendeluhr mit dem Passageinstrument die sich um ihre Axe drehende Erde selbst als ein astronomisches Instrument benutzen und durch dieses den Ort eines jeden Sternes für sich direct auf die Oberfläche der Himmelskugel beziehen lehrte, ohne erst seinen Abstand von bekannten Fixsternen zu messen. Der Vortheil, den Tycho de Brahe durch seine astronomische Beobachtungskunst erlangte, war eine früher für unmöglich gehaltene Genauigkeit astronomischer Ortsbestimmungen. Kopernikus hatte den Rheticus mitleidig belächelt, als dieser sich wegen der Differenz von einer Minute in seinen Beobachtungen grämte. Was dem Rheticus ein frommer Wunsch blieb, das war durch Tycho de Brahe zur Wirklichkeit geworden. Seine Beobachtungen wichen höchstens eine Minute vom Himmel ab, die grösste Genauigkeit, die der astronomischen Beobachtungskunst mit unbewaffnetem Auge zu erreichen möglich ist. Tycho's Zweck war aber nicht das Beobachten, sondern die Astronomie. Sein Streben ging dahin, ein neues und dauerhaftes Gebäude dieser Wissenschaft von Grund aus aufzuführen. Dazu musste aber erst ein neues und festeres Fundament gelegt werden. Denn eine richtigere Theorie der Bewegung der Himmelskörper konnte nur auf genauere Ortsangaben als die bisherigen gegründet werden. Diese waren aber nicht möglich, wenn nicht die Oerter der Fixsterne, auf die man die Oerter der Planeten bezog, vorher berichtigt wurden. Eine neue und genauere Vermessung des Firmaments war also die Grundlage des Ganzen. Um eine solche Vermessung auszuführen, müssen die beiden Cardinalpunkte der Himmelskugel, der Himmelspol und der Frühlingsnachtgleichenpunkt, gegeben seyn. Der erstere

ist durch die Polhöhe gegeben, der letztere kann aber nur aus dem Sonnenlauf gefunden werden.

Wenn man für irgend einen Zeitaugenblick den Ort der Sonne kennt, so kennt man für denselben Zeitaugenblick auch den Ort des Frühlingsnachtgleichenpunktes. Man kann also die Rectascension eines Sternes, d. i. seinen Abstand vom Frühlingsnachtgleichenpunkte, nicht anders bestimmen, als dadurch, dass man diesen Stern selbst mit der Sonne vergleicht, deren Rectascension allein durch sich selbst bekannt ist, aus dem Zeitpunkte, an dem die Sonne diesen Punkt passirt hat, und der seitdem verflossenen Zeit.

Da nun aber die Sonne am Tage und die Sterne nur des Nachts sichtbar sind, so kann man die letztern mit der erstern nicht unmittelbar vergleichen. Tycho bediente sich deshalb als Vergleichungspunktes der Venus, die als Abend- oder Morgenstern am Tage mit der Sonne und des Nachts mit den ihr zunächst stehenden Fixsternen verglichen wurde. Diese Fixsterne selbst wurden dann aber sämmtlich mit einem und demselben Sterne des Himmels und zwar mit dem hellen Sterne des Widders, *α Arietis*, verglichen. So leitete er aus siebenjährigen äusserst sorgfältigen Beobachtungen und Vergleichungen mit dem jedesmaligen Sonnenort die gerade Aufsteigung dieses Sternes zu 26° 0′ 30″ ab, mit der Genauigkeit von $\frac{1}{2}$′. Diesen Stern machte er zum Fundamentalstern seines Verzeichnisses, zum festen Punkte an der Himmelskugel, auf den er alle übrigen Messungen bezog. Mit diesem Fundamentalstern verglich er dann zunächst 20 andere Sterne des Zodiakus auf folgende Weise. Zuerst maass er den Abstand des zu bestimmenden Sterns von dem Fundamentalstern durch den Sextanten und dann die Declination

beider Sterne durch den Quadranten. Dadurch erhielt er ein Dreieck auf der Himmelskugel, dessen drei Winkelspitzen durch die beiden Fixsterne und den Pol der Himmelskugel gebildet wurden und dessen drei Seiten durch die angestellten Messungen bekannt waren. Er konnte daher den Winkel am Pol berechnen*). Dieser Winkel aber ist der Unterschied der Rectascension zwischen dem Fundamentalstern und dem zu bestimmenden Stern, und da die Rectascension von dem erstern bekannt ist, so kennt man jetzt auch die des letztern. Die sorgfältige Ortsbestimmung dieser 21 Sterne des Zodiakus (den Fundamentalstern mit inbegriffen) bildet die Grundlage seines Verzeichnisses.

Tycho de Brahe folgte darin dem sinnreichen Gedanken Bernhard Walther's, dass er den Fundamentalstern mit der Sonne vermittelst der Venus verglich. Früher hatte man sich immer des Mondes zu diesem Zwecke bedient, der aber einerseits wegen der Geschwindigkeit und Unregelmässigkeit seiner Bewegung, andererseits wegen der Parallaxe, die er hat, nur eine geringe Sicherheit gewährt. Dazu kam noch, dass Tycho zuerst unter allen Astronomen bei diesen Ortsbestimmungen auf die Wirkungen der Refraktion, die durch die Beugung des Lichtstrahls bei seinem Durchgang durch die Atmosphäre den

*) Dieser Winkel wird nach der neuern Beobachtungskunst Flamstead's und Bradley's gemessen und zwar durch die unveränderliche Umdrehungsgeschwindigkeit der Erde oder durch die sie darstellende Uhr, wozu weiter nichts erforderlich ist, als die Beobachtung der Meridiandurchgänge beider Gestirne durch das Mittagsfernrohr. Die Zwischenzeit giebt dann unmittelbar das Maass jenes Winkels an. Diese Methode gestattet, die Oerter der Fundamentalsterne mit der Sonne unmittelbar zu vergleichen, und macht die Vergleichung durch den Mond oder die Venus überflüssig.

Ort des Sternes scheinbar erhöht, mit Rücksicht nahm, — eine Sache, von der die Alten nicht einmal eine Ahnung hatten.

Damit man für jeden Zeitpunkt den Abstand der Sonne in ihrer Bahn von dem Frühlingsnachtgleichenpunkt angeben kann, ist offenbar die genaue Kenntniss des Sonnenlaufes erforderlich. Dazu gehört, dass man ausser der Schiefe der Ekliptik noch zweierlei kennt: 1) den Zeitpunkt, wann die Sonne sich in dem Frühlingsnachtgleichenpunkte befindet, und 2) die Zunahme und Abnahme der Geschwindigkeit der Sonne in den verschiedenen Theilen ihrer Bahn, die sogenannte *Prostaphaeresis.* Da diese von dem Abstand der Sonne von dem Apogäum und der Excentricität der Sonnenbahn abhängt, so muss man auch diese beiden Elemente kennen. So wurde Tycho genöthigt, gleichzeitig alle diese Elemente des Sonnenlaufs durch zusammenhängende Sonnenbeobachtungen festzustellen.

An diese Sonnenbeobachtungen reihten sich dann die zahlreichen Beobachtungen der Planeten und Kometen an. Ueber alle diese Beobachtungen wurden auf der Sternwarte zu Uranienburg Tagebücher und Jahrbücher geführt. Sie wurden zuerst Tag für Tag in grosse Bücher eingetragen in der Reihenfolge, in der sie angestellt wurden, und dann Jahrgang für Jahrgang in ein einzelnes Buch in's Reine geschrieben, und zwar in der Ordnung, dass zuerst die Fixsternbeobachtungen und dann die Planetenbeobachtungen kamen. Unter diesen wiederum zuerst die der Sonne, dann die des Mondes, hierauf des Saturn, Jupiter, Mars, der Venus und des Merkur. Dies mag uns ein Bild von den Leistungen und Bestrebungen jener merkwürdigen Sternwarte geben, deren Ruinen selbst

jetzt von der Erde verschwunden sind. Wenn diese Dinge, durch die Tycho mit seinen Genossen mühsam das Material zu dem kunstreichen Gebäude der neuern Astronomie bearbeitete, auch nur von den Männern des Fachs gewürdigt werden konnten, so bot auf der andern Seite seine Uranienburg doch so manches Seltsame und Sehenswerthe dar, dass es auch denen, die in die Geheimnisse der Sternkunst nicht eingeweiht waren, ein Gegenstand der Bewunderung und des Staunens blieb. Fürstliche und gelehrte Personen besuchten das dänische Eiland, um den Mann kennen zu lernen, dessen Ruf ganz Europa erfüllte, um sich von ihm unterrichten zu lassen oder um die Wunder seines Aufenthalts in Augenschein zu nehmen. Durch sein Genie und seine Verdienste um die Astronomie, durch seinen hohen Rang, seine bevorzugte Stellung, durch seine ausgedehnten gelehrten Verbindungen und zahlreichen Schüler war Tycho de Brahe der Mittelpunkt aller astronomischen Bestrebungen des damaligen Zeitalters.

Als dieser Mann, der Ruhm und Stolz Dänemarks, nach dem Tode des Königs Friedrich II. durch die Intriguen des Ministers Walkendorf sein Vaterland zu verlassen genöthigt wurde und nach einem fast zweijährigen Aufenthalt bei seinem Freunde, dem Grafen Ranzau in Wandesburg, dem heutigen Wandsbeck, von Rudolph II. wahrhaft kaiserlich in Prag aufgenommen wurde, kam der Sitz dieser regen astronomischen Thätigkeit nach dem Herzen von Deutschland. Hier sollten die Früchte der langjährigen Beobachtungen geerntet und neue vollkommnere Tafeln über die Bewegung der Himmelskörper aus ihnen berechnet werden. Zu diesem Zwecke suchte Tycho de Brahe alle Kräfte, die er aufbieten konnte, um sich zu vereinigen. Er schrieb an Johann Keppler. Er ver-

möchte den Kaiser, dem Churfürsten von Brandenburg zu schreiben, dass er ihm seinen Mathematicus Moller auf einige Zeit sende, er berief den David Fabricius, einen jungen sehr talentvollen Geistlichen aus Ostfriesland, zu sich, der während seines Aufenthalts in Wandsbeck im Jahre 1598 ein Jahr lang bei ihm gearbeitet hatte und der zugleich sein Priester und astronomischer Gehilfe seyn sollte. Er lud auch Rothmann, den gewesenen Astronomen des Landgrafen von Hessen, zu sich ein und liess zugleich zwei tüchtige Studenten aus Wittenberg kommen. Zuerst unter Allen fand sich aber Christian Severin Longomontanus wieder bei ihm ein. Dieser Mann war während eines Zeitraums von zehn Jahren das Haupt unter den astronomischen Rechnern Tycho de Brahe's. Die Leitung des Observatoriums war ihm zunächst anvertraut. Tycho bediente sich seiner Hilfe bei theoretischen Untersuchungen sowie in allen astronomischen Dingen und es gebührt ihm ein gerechter Antheil an dem Ruhme des grossen Meisters, der Alles gegründet hatte, der Alles beseelte und dirigirte, der neue Instrumente und eine neue Kunst zu beobachten erfunden hatte.

Von Tycho de Brahe ging daher der Anstoss zur Reformation der Sternkunde aus. Ohne ihn würde auch Keppler's grosses Genie unfruchtbar geblieben seyn. Durch ihn wurde Keppler erst auf die Bahn gelenkt, auf der er durch die Entdeckung der nach seinem Namen benannten Gesetze die Grenzen der Wissenschaft erweiterte und sich selbst ein ewiges Denkmal setzte.

Keppler selbst bekennt, Mancherlei von Tycho de Brahe gelernt zu haben. Der Letztere hatte die Gewohnheit, einzelnen seiner Schüler und Gehilfen Dinge mitzutheilen, die diese als Geheimniss bewahren mussten. So

schreibt Keppler unter Anderem an Maginus, Professor zu Bologna: „Ich kann ohne Erlaubniss des Tycho de Brahe Dasjenige, so ich von ihm gelernt habe, nicht mittheilen, denn das habe ich ihm versprechen müssen.“

Peter Ramus hatte wiederholt die Hoffnung ausgesprochen, es werde dereinst ein Mann kommen, der eine Astronomie ohne Hypothesen ausbilden würde. Er hatte versprochen, demjenigen seinen Lehrstuhl an der Universität zu Paris abzutreten, der diese grosse Aufgabe lösen würde. Dieser Mann war gefunden und Keppler konnte darüber scherzen, dass der Tod den französischen Philosophen seines Versprechens entbunden, bevor der deutsche Astronom seine gerechten Ansprüche auf die Erfüllung desselben geltend machen konnte. Denn kein Anderer als Johann Keppler war dieser Mann.

In Keppler's wechselvollem Leben lassen sich drei Perioden unterscheiden. Die erste geht von seiner Geburt bis zu seiner Ankunft bei Tycho. Dahinein fällt seine Bildungszeit, seine Professur in Gräz, seine Verfolgung und Austreibung aus Steiermark. Die zweite Periode umfasst seinen eilfjährigen Aufenthalt auf der kaiserlichen Sternwarte zu Prag. Die dritte Periode ist die Zeit der Trübsal und des heimathlosen Umherirrens.

1571 zu Magstatt, einem Dorfe nahe bei Weil, geboren, wurde er schon in zartester Jugend von seinen Eltern verlassen. Sein Vater hatte sich kurz nach seiner Geburt unter die Fahnen des Herzogs von Alba anwerben lassen und seine Mutter übergab das neugeborene Kind den Grosseltern zur Pflege und zog ihrem Gatten nach. Als Beide nach vierjähriger Abwesenheit aus Belgien zurückkehrten, waren ihre Verhältnisse so zerrüttet, dass sie für die Erziehung ihres Sohnes nichts thun konn-

ten. Keppler's Bildungsgeschichte trägt daher ganz das Gepräge einer sich selbst entwickelnden Genialität. Nach dem Tode seines Vaters bezog er die Klosterschule zu Maulbronn und später die Universität Tübingen. Die Armuth war seine stete Begleiterin. In Tübingen wurde er von Michael Mästlin, einem ausgezeichneten und von Tycho de Brahe hochgeachteten Astronomen, in die Geheimnisse dieser Wissenschaft eingeweiht. Mästlin war ein Anhänger der kopernikanischen Lehre von der Bewegung der Erde und durch ihn wurde der junge Keppler von der Wahrheit dieser damals nur von sehr Wenigen verstandenen Lehre überzeugt. Nach vollendetem theologischen Studium wurde er, noch nicht 22 Jahre alt, den Ständen des Herzogthums Steiermark als Lehrer der Mathematik und Moral am Gymnasium zu Gräz überlassen. „Als ich alt genug war," so erzählt er selbst, „die Süssigkeit der Philosophie zu schmecken, umfasste ich alle Theile derselben mit grosser Begier, ohne mich auf die Astronomie besonders zu legen. Das Geometrische und Astronomische, was in Schulen vorkam, begriff ich ohne Schwierigkeit, kannte Figuren, Zahlen und Verhältnisse. Aber das war damals anbefohlener Fleiss, keine besondere Neigung zur Astronomie. Auf Kosten des Herzogs von Würtenberg erzogen, hatte ich beschlossen, zu gehen, wohin man mich senden würde, während Andere aus Liebe zur Heimath zauderten. Es zeigte sich zuerst ein astronomisches Amt, zu dem ich durch das Ansehen meiner Lehrer gleichsam hingestossen wurde. Nicht die Entfernung des Orts schreckte mich, sondern die unerwartete und verachtete Art des Berufes und meine geringen Kenntnisse in diesem Theile der Philosophie. Ich übernahm die Stelle mehr im Vertrauen auf meinen Verstand als

auf meine Kenntnisse nur unter der ausdrücklichen Verwahrung, dass ich meinem Recht auf eine andere Laufbahn, die mir glänzender erschien, nicht entsage."

Die Vorurtheile der verschiedenen Facultäten gegen einander waren damals grösser, als sie in unsern Tagen gefunden werden, und der Gottesgelehrte jener Zeit sah auf Alle, besonders aber auf den Mathematiker, der Kalender schrieb und aus den Sternen weissagte, mit Verachtung herab.

Keppler's Eifer für die Astronomie regte sich indess, sobald sie sein Beruf geworden war, und mit welcher Selbstständigkeit des Geistes er diese Wissenschaft betrieb, zeigt sein schon im Jahre 1596 erschienenes Werk, worin er den Bau der Welt aus den fünf regulären Körpern, dem Würfel, der Pyramide, dem Dodekaeder, dem Icosaeder und dem Octaeder zu erklären versuchte. In diesen fünf einzig möglichen regulären körperlichen Raumgebilden lag das Geheimniss des Weltbaus, das kosmographische Mysterium, das er entdeckt zu haben glaubte.

Und dieses Geheimniss bestand darin, dass die bewegliche Planetenwelt so gebaut sey, dass die fünf regulären Körper nach einer gewissen, durch ihre Natur bestimmten Reihenfolge genau in die verschiedenen Zwischenräume der Planetensphären passen. Wenn die Idee des ***Mysterii Cosmographici*** Grund hatte, so liessen sich jene Zwischenräume und mithin auch die Entfernungen der Planeten von der Sonne, dem gemeinschaftlichen Mittelpunkte der Weltfiguren, bloss mathematisch aus den fünf regulären Körpern berechnen. Dieses rein geometrische Berechnungsprinzip der himmlischen Entfernungen gab durch ein merkwürdiges Spiel des Zufalls eine bewunderswürdige Uebereinstimmung mit den Zahlen, die

aus der Hypothese des Kopernikus folgen, bis auf eine verhältnissmässig geringe Differenz, die Keppler auf die Ungenauigkeit der Excentricitäten setzte. Er hegte die Hoffnung, dass verbesserte Excentricitäten diese Differenz verschwinden machen würden, und es regte sich schon damals der Wunsch nach der Benutzung der tychonischen Beobachtungen in ihm.

Ein Jahr darauf verehelichte sich Keppler mit einer jungen begüterten Wittwe Müller von Mühleck. Er hoffte durch diese Ehe eine selbstständige Stellung zu gewinnen und sich von nun an seinen wissenschaftlichen Forschungen ungestört überlassen zu können. Aber diese Erwartungen wurden bald getäuscht. Schon im folgenden Jahre brach die Religionsverfolgung aus, durch die der Erzherzog Ferdinand von Gräz, nachheriger Kaiser von Deutschland, der Zögling und das Werkzeug der Jesuiten, den protestantischen Glauben in seinen Erblanden gänzlich ausrottete. „Am 17. September (1598),“ so schreibt Keppler an Mästlin, „liess uns der Fürst ankündigen, dass wir bei Todesstrafe die Stadt vor Sonnenuntergang räumen sollten. Auf den Rath unserer Vorgesetzten gingen wir auf die ungarische und kroatische Grenze. Nach Verlauf eines Monats kehrte ich auf Befehl der Minister zurück. Ich bat jedoch, mich durch einen fürstlichen Schutzbrief sicher zu stellen, was auch geschah. Man sagt, der Fürst finde Vergnügen an meinen Erfindungen. Der Hof ist mir günstig. Meine Gattin hängt an ihren Gütern und an der Hoffnung der Erbschaft der elterlichen Güter. Ich werde mich daher nicht eher nach Würtenberg wenden; als bis ich einen Ruf von dort erhalte oder auf dem Punkt bin, ausgetrieben zu werden.“

Durch Ferdinand's Verfolgungen war das Gymnasium

zu Gräz verödet, der fürstliche Schutzbrief, welchen Keppler anfangs auf die Verwendung der Jesuiten, die den Mann schätzten und bewunderten, erhalten hatte, wurde zurückgezogen, als er mit Entschiedenheit seine Anhänglichkeit an die Augsburgische Confession aussprach. Es wurde ihm auferlegt, die Güter seiner Gattin innerhalb 45 Tagen entweder zu verkaufen oder zu verpachten und aus dem Lande zu ziehen. Er wählte die Verpachtung, erhielt aber nur einen unbedeutenden Pachtschilling, von dem er noch den zehnten Theil an den Fiscus überlassen musste.

Diese Bedrängniss Keppler's fällt fast gleichzeitig zusammen mit der Auswanderung des Tycho de Brahe, der im Frühling des Jahres 1599 in Prag ankam. Keppler hatte an diesen Koryphäen der Astronomen schon zwei Jahre zuvor seine Schrift über das Geheimniss des Weltbaus gesandt. Die ausführliche Antwort, mit welcher Tycho de Brahe von Wandsbeck aus Keppler's Schreiben erwidert, zeigt, dass der dänische Astronom jene Schrift mit Aufmerksamkeit und Interesse gelesen hatte. Er erkennt das Ingeniöse der kepplerschen Idee vollkommen an, ist aber der Meinung, dass sie noch einer Bestätigung an den Beobachtungen bedürfe. Er erwähnt einiger Dinge, die ihm seine Beobachtungen als Irrthümer in den astronomischen Theorien des Kopernikus und Ptolemäus aufgedeckt haben, und gedenkt dabei des reichen Schatzes von Beobachtungen über die Fixsterne und Planeten, den er mit sich führe und den er zu einer völligen Umgestaltung der Sternkunde auszubeuten beabsichtige. Schliesslich ladet er Keppler ein, ihn in Prag zu besuchen und mit ihm weiter über diese Dinge mündlich zu verhandeln. Diesem Briefe folgte Ende des Jahres 1599 von Böhmen aus ein zweiter, worin Tycho den bedrängten Keppler bestimmter

auffordert, zu ihm zu kommen und bei ihm zu bleiben. Der kaiserliche Hofrath Freiherr von Hofmann, der damals gerade in Steiermark war, redete Keppler zu, dieser Aufforderung zu folgen, und bot ihm an, die Reise in seiner Begleitung zu machen. So kam Keppler Ende Januars 1600 nach Prag, um die Verhältnisse einzusehen. Er traf Tycho de Brahe in Gesellschaft des Longomontan auf dem kaiserlichen Schlosse in Benatek. Hier machte er sich bekannt mit den eben vorliegenden Arbeiten und trat mit Tycho wegen seiner künftigen Anstellung in Unterhandlung. Die Dinge entsprachen jedoch keineswegs seinen Erwartungen. „Ich habe," schreibt er an seinen Freund und Lehrer Mästlin, „hier Alles unsicher angetroffen. Tycho ist ein Mann, mit dem man nicht leben kann, ohne sich den grössten Beleidigungen auszusetzen. Die Besoldungen sind glänzend, aber man kann mit Mühe kaum die Hälfte herauspressen. Ich glaube, ich ergreife die Medicin, vielleicht gebt Ihr mir alsdann eine kleine Anstellung."

Da indess die Aussicht auf eine Anstellung in Würtenberg bald schwand, so entschloss sich Keppler, einige Jahre unter Tycho's Direction auf der prager Sternwarte zu arbeiten, aber nicht als Observator, sondern als Rechner bei der Anfertigung der Himmelstafeln, die Kaiser Rudolph's Namen tragen sollten. Der Kaiser versprach dagegen, ihm bei den steiermärkischen Ständen einen zweijährigen Urlaub ohne Schmälerung seines dortigen Gehaltes auszuwirken und ihm eine Zulage von 100 Gulden zu geben. Er zog im Monat October des Jahres 1600 mit seiner Familie aus Steiermark weg. Die Hoffnung noch immer im Herzen nährend, sein Vaterland werde ihn wieder aufnehmen, liess er zu Linz, wo sich der Weg

nach Böhmen von dem nach Würtenberg schied, seine Familie und Habe zurück. Mit dem dreitägigen Fieber behaftet kommt er in Prag an. Wenige Tage nach seiner Ankunft melden ihm Briefe aus Steiermark, dass man dort auf die kaiserliche Vorstellung in Betreff seiner Besoldung keine Rücksicht genommen. Im Unmuth schreibt er auf seinem Krankenlager an Tycho de Brahe: „Um gegen den Kaiser und Ew. Excellenz nicht zu fehlen, ging ich zu meinem Schaden nach Prag und wartete hier auf ungewissen Erfolg. Unser Contract, in welchem ich versprach, Ew. Excellenz in Dero astronomischen Arbeiten, deren Vollendung ganz Europa wünscht, zwei Jahre lang zu unterstützen, gründete sich vorzüglich darauf, dass ich meine steierische Besoldung behielte; da aber die Provinz mir dieselbe genommen hat, so hat sich selbiger aufgehoben. Ich erkenne nunmehro den Herzog von Würtenberg für meinen Herrn und bin gewiss, dass dieser Fürst für diejenigen sorgt, die als Vertriebene zu ihm kommen, besonders wenn sie Zöglinge der Hochschule des Landes sind. Ich werde die fürstliche Erlaubniss nachsuchen, entweder nach Tübingen oder auf eine andere deutsche Universität zu gehen. Die Laufbahn am kaiserlichen Hofe ist zwar glänzender, aber ich kann hier aus Mangel an Vermögen nicht leben. Ich besitze nicht mehr, als etwa zu einem Verzuge von 4 Wochen nöthig ist. Innerhalb dieser Zeit müssen unsere Unterhandlungen geendigt seyn.“ Kaum hatte Keppler dem Tycho mit Kündigung seines Contracts gedroht, so erfuhr er, dass die theologische Facultät zu Tübingen, die sich durch ihren Zelotismus für die Augsburgische Confession auszeichnete, dem wegen eben dieses Bekenntnisses Verfolgten die Thüre seines Vaterlandes mit unerbittlicher Härte verschloss.

Niedergeschlagen und jeder Hoffnung beraubt, erwartet er jetzt die Entscheidung seines Schicksals von der Antwort des Tycho de Brahe. Glücklicherweise hatte diesen die drohende Sprache erschreckt und ohne Säumen wirkte er Kepplern einen Jahrgehalt mit dem Titel eines kaiserlichen Mathematicus aus. Mit diesen Verhandlungen war das Jahr 1600 vergangen. Während dessen hatte sich Keppler ununterbrochen mit astronomischen Forschungen beschäftigt. Von seiner Krankheit völlig genesen, ging er im April des folgenden Jahres nach Steiermark, um die Erbschaftsangelegenheiten seiner Frau zu ordnen, und kehrte erst im September wieder nach Prag zurück.

Während dieser Zeit kam David Fabricius aus Ostfriesland zum Tycho de Brahe und weilte mehrere Monate in Prag. Da ihm seine Verhältnisse nicht erlaubten, Keppler's Zurückkunft abzuwarten, so hinterliess er an ihn einen Brief, worin er sein Bedauern ausdrückt, dass es ihm nicht vergönnt gewesen sey, den Mann persönlich kennen zu lernen, den er als einen Heros in Erforschung der tiefsten Himmelsgeheimnisse schon längst bewundert und verehrt habe. Im folgenden Frühjahre kamen zwei Astronomen der kaiserlichen Sternwarte: Franz Tengnagel, Tycho's Schwiegersohn, und Johann Erichsohn, ein Schüler von Tycho und begeisterter Verehrer von Keppler, nach Ostfriesland zum Fabricius. Man unterhielt sich lebhaft und mit Enthusiasmus von der grossen Umwälzung der Sternkunde, die von Prag ausgehen würde, man sprach viel von Keppler, man berichtete von dem neuen und bis dahin ganz unbekannten Wege, den er einschlug, um die Bewegung der Himmelskörper zu erforschen. Diese Mittheilungen hatten den Fabricius in eine Art von Begeisterung versetzt; allerlei astronomische Gedanken und Pläne

tauchten in ihm auf, die er niederschrieb und seinem Himmelsfreund, wie er Kepplern nannte, zur Beurtheilung sandte. So wurde der Gedankenaustausch zwischen beiden Männern eingeleitet. Ihr Briefwechsel selbst geht nur bis zum Jahre 1609, demselben, in welchem Keppler seine Untersuchungen über die Figur der Marsbahn beendigte, obwohl Fabricius erst im Jahre 1617 von einem seiner Pfarrkinder zu Osteel erschlagen wurde. Schon dieser Umstand liess vermuthen, dass die Briefe des Pfarrers von Osteel auf den Gang der keppler'schen Untersuchungen nicht ohne Einfluss gewesen sind, wenn wir auch nicht bestimmt gewusst hätten, dass David Fabricius Kepplern auf die Unrichtigkeit der Annahme einer eiförmigen Bahn des Mars aufmerksam machte, als dieser eben daran war mit seiner tieferen Geometrie dieses Oval als eine Ellipse zu erkennen, in deren Einem Brennpunkte die Sonne steht. Wenn man auch anerkennen muss, dass Keppler durch seine grossartigen kosmischen Ideen, seinen tieferen geometrischen Blick und seine fast dämonische Erfindungsgabe dem David Fabricius weit überlegen war, so scheint doch der grosse Reformator der Sternkunde eine Zeit lang gefürchtet zu haben, dass ihm sein Rival die Palme des Ruhmes entreissen könne und das bei der Lösung einer Aufgabe, die zu den verwickeltsten auf dem Gebiete der Naturforschung gehört.

Trotz der Ungunst der Zeit und der Verhältnisse hatte endlich Tycho de Brahe die grössten Schwierigkeiten überwunden. Die kaiserliche Sternwarte, die neue Uranienburg, war gegründet. Die Arbeiten kamen auf ihr allmälig in Gang. Eine auserlesene Schaar von Mathematikern und Astronomen, die sich noch vergrössern sollte, umgab bereits das ruhmgekrönte Haupt. In dem

Kreise dieser Männer sah man die majestätische Stirn und das gedankenvolle Antlitz Keppler's. Schon richteten sich die Blicke Europas auf ihn, schon betrachtete man ihn als den Fürsten der Mathematiker und Astronomen, als den Ptolemäus Germaniens. Neue und fruchtbare Ideen, die wie die Eingebungen eines Genius erschienen und selbst den Tycho de Brahe zur Bewunderung hinrissen, lagen in der Seele dieses Mannes. Alle Mittel der Geometrie, sie zu verwirklichen, standen ihm zu Gebote.

Als Keppler, kaum 30 Jahre alt, nach Prag kam, bewegten hauptsächlich zwei Dinge seinen Geist: das kopernikanische Weltsystem und die pythagoreische Philosophie. Die eigenen Interessen, die er unablässlich verfolgte, seitdem sein *Mysterium Cosmographicum* erschienen war, und der Dienst, zu dem ihn jetzt Tycho berufen hatte, boten sich gegenseitig die Hand. Bis dahin war Keppler nur der geistreiche Schüler Mästlin's, der sich durch seine der pythagoreischen Metaphysik verwandte Kosmologie und durch seine kühne Vertheidigung des kopernikanischen Systems ausgezeichnet hatte. Von nun an schloss er sich aber einem grossen und gemeinschaftlichen Unternehmen an, das in seinem Geiste und in Verbindung mit seinen kosmischen Ideen zur Reformation der ganzen Sternkunde führte.

Die Berufsarbeit der Astronomen zu Keppler's Zeiten war eine ganz andere, als heut zu Tage. Während unsere heutigen Astronomen mit ihren Planeten- und Kometenberechnungen vorzugsweise die Ausbildung der besondern Theorie jedes solchen Himmelskörpers bezwecken, kam es den früheren Astronomen nur darauf an, nach einer angenommenen Theorie Planetenörter und Constellationen zu berechnen. Die heutigen Astronomen

arbeiten gemeinschaftlich nach einem grossartigen Plane an der Ausbildung ihrer eigenen Wissenschaft fort. Die frühere Astronomie war nur eine Dienerin der Astrologie und Kalenderkunst. Die Tendenz von Tycho de Brahe's rastloser und umfassender Thätigkeit ging dahin, die Wissenschaft von den Sternen aus dieser niedrigen Abhängigkeit zu befreien und sie zu dem Range einer selbstständigen Wissenschaft zu erheben. Für diesen Zweck waren die tychonischen Beobachtungsreihen nach einem wohldurchdachten Plane und nach der Idee angestellt worden, die ihrem Urheber von der Reformation der Sternkunde vorschwebte. Ein ungeheueres Material lag in diesen Beobachtungsreihen aufgehäuft. Dieses Material sollte jetzt in Prag unter Tycho's Anleitung durch die vereinigte Kraft der vorzüglichsten Astronomen seines Zeitalters verarbeitet werden. Tycho selbst hatte schon die Theorie der Sonne und mit Longomontan's Hilfe auch die des Mondes bearbeitet und die Bestimmungsstücke ihres Laufs genauer ermittelt, als sie bisher bekannt waren. Nun sollte die Reihe auch an die Planeten kommen. Da entriss der Tod unerwartet Tycho de Brahe diesem grossen astronomischen Institut, das noch im Entstehen begriffen war und dem er kaum zwei Jahre vorgestanden hatte.

Tycho de Brahe starb den 24. October des Jahres 1601 und dieser Todesfall änderte mit einem Male Keppler's Lage. Dieser wurde jetzt Director der kaiserlichen Sternwarte, freilich in einer bescheideneren und bürgerlicheren Stellung als sein Vorgänger. Zweierlei fiel ihm aus Tycho's Erbschaft als Vermächtniss zu: die Jahrbücher der tychonischen Beobachtungen, 24 geschriebene Folianten füllend, und die Verpflichtung, aus diesem reichen Schatze von Beobachtungen neue und richtigere Him-

melstafeln, als die bisherigen, zu berechnen. Diese Aufgabe stellte ihm sein Beruf, aber eine andere Aufgabe stellte ihm sein eigener Genius. Bevor die Berechnung der rudolphinischen Tafeln ausgeführt werden konnte, musste noch etwas ganz Anderes geleistet werden und dieses Etwas war nichts Geringeres, als der Umsturz der bisherigen und die Schöpfung der jetzigen Sternkunde.

Das, wonach Keppler und Fabricius wetteifernd rangen und was Keppler wirklich erreichte, war etwas ganz Anderes, als was Tycho de Brahe gewollt hatte. Tycho's Plan war nur, unter Voraussetzung der Theorie des excentrischen Kreises die besondere Theorie jedes Himmelskörpers auszubilden. Keppler's und Fabricius' Untersuchungen führten zum völligen Umsturz der allgemeinen Theorie der Planetenbewegung selbst. Dort hatte man nur ein schon gegebenes Bild nach der Natur zu verbessern, hier dagegen musste ein völlig neues Bild nach der Natur entworfen werden. Alles, Alles an der bisherigen Theorie der Planetenbewegung wurde durch Keppler geändert: der Mittelpunkt und die Art der Bewegung, die Lage, die Abstände und die Figur der Bahnen.

Man kann die Oerter eines Planeten offenbar nur dann richtig im Voraus berechnen, wenn man die Bahn und die Geschwindigkeit des Planeten an jeder Stelle der Bahn kennt oder, was dasselbe ist, das Gesetz, nach dem sich diese Geschwindigkeit von Punkt zu Punkt ändert. Bisher hatte man allgemein angenommen, die Bahn jedes Planeten sey ein Kreis und die Bewegung des Körpers erfolge gleichförmig in diesem Kreise. Aber diese Annahmen waren willkürlich und die aus ihnen abgeleiteten Resultate stimmten nicht genau mit der Erfahrung. Tycho de Brahe, dem diese Abweichung der Rechnung von der

Beobachtung nicht unbekannt war, suchte den Grund derselben nicht in der Figur der Bahn, sondern nur in fehlerhafter Bestimmung derjenigen beständigen Grössen, welche bei der Berechnung der gleichförmigen Kreisbewegung angewendet wurden und von den Astronomen die Elemente der Bahn genannt werden.

Durch die genaue Untersuchung der tychonischen Beobachtungen entdeckte jetzt Keppler, dass die Figur der Planetenbahn nicht kreisförmig, sondern elliptisch ist, und dass aus dieser Abweichung von der Kreisgestalt jene vorher unerklärliche Abweichung der Rechnung von den Beobachtungen entspringt. „Ohne Tycho's Beobachtungen," sagt Kästner, „wäre die elliptische Bewegung der Planeten nicht entdeckt worden, aber nur Keppler konnte aus diesen Beobachtungen die elliptische Theorie herleiten. Die Beobachtungen verhielten sich ohngefähr zu Kepplern wie ein Block parischer Marmor zum Phidias. Und dass der Künstler, ehe er Marmor hatte, auch in Holz bewundernswerth schnitzte, zeigt sein *Mysterium Cosmographicum.*"

Die tychonischen Beobachtungsreihen von einigen Planeten, namentlich vom Mars, waren so eingerichtet, dass eine richtige Zusammenstellung einzelner Beobachtungen ein Bild von der ganzen Bahn des Planeten geben konnte. Aber diese Art der Zusammenstellung verlangte eine eigene, vorher noch nie gekannte Kunst, durch die allerst das Bild selbst geschaffen werden konnte. Und diese Kunst war das Erste, was Keppler erfand, und die Gesetze der Bewegung der Himmelskörper waren erst das Zweite, das er nur vermittelst jener Kunst entdeckte.

Auf diesem inductorischen, vor ihm noch von Niemand betretenen Wege bestimmte Keppler einmal die Figur

der Bahn und dann das Gesetz der Bewegung des Planeten durch diese Bahn. Dies ist das erste und das zweite keppler'sche Gesetz. Es sind dies die beiden Gesetze, auf denen die Berechnung der Bewegung aller Himmelskörper beruht. „Durch hartnäckig fortgesetzte Arbeit," sagt Keppler, „brachte ich es endlich dahin, dass sich die Ungleichheiten der Bewegung der Planeten Einem Naturgesetz unterwarfen, so dass ich mich rühmen kann, eine Astronomie ohne Hypothesen errichtet zu haben." Diese Untersuchungen wurden bekanntlich von Keppler an dem Planeten Mars ausgeführt und in dem denkwürdigen Commentar über die Bewegung des Sternes Mars niedergelegt. In der Zueignung dieses Werkes an Rudolph II. bringt Keppler dem Kaiser den Mars in den Fesseln der Rechnung mit den Worten gefangen: „Die Astronomen wussten diesen Kriegsgott nicht zu überwältigen, aber der vortreffliche Heerführer Tycho hat in zwanzigjährigen Nachtwachen seine Kriegslisten erforscht und ich umging mit Hilfe des Laufs der Muttererde alle seine Krümmungen."

Durch dieses Bild, sagt der Freiherr von Breitschwerdt, liess Keppler Tycho Gerechtigkeit widerfahren, gab aber auch zu verstehen, dass Tycho wegen seiner vorgefassten Meinung gegen die Bewegung der Erde nie auf das Resultat, das er fand, würde gekommen seyn.

Den Schlüssel zu den Geheimnissen der Astronomie erlangte Keppler eigentlich dadurch, dass er die Kunst, die Entfernungen der Himmelskörper zu messen, erfand. Durch die geschickte Anwendung dieser Kunst auf die tychonischen Beobachtungen gelang es ihm, die wahre Figur der Marsbahn zu erforschen. Die Beobachtungen geben nicht unmittelbar die Oerter des Planeten auf der

Bahn, sondern nur die Gesichtslinien von der Erde aus, welche die Bahn durchschneiden. Man muss daher aus dem an der Himmelskugel beobachteten Ort des Planeten (d. i. aus seiner Länge und Breite) erst seinen Ort im Raume ermitteln. Dazu gehört ausser der Lage der Gesichtslinie auch noch die Grösse derselben, d. i. die Entfernung des Planeten von uns. Alles kommt also hier auf die wirkliche Messung der Entfernungen an. Läge die Erde im Mittelpunkte des Weltalls fest, so würde eine solche Messung der Entfernungen des Planeten von uns unmöglich seyn, weil wir alsdann den Planeten immer nur von ein und demselben Standpunkte (nämlich von dem Mittelpunkte des Weltalls) aus beobachteten. Um die Entfernung eines unzugänglichen Punktes zu finden, muss man aber eine Standlinie durchlaufen und von den beiden Endpunkten derselben jenen Punkt beobachten. Alsdann erhält man ein Dreieck, dessen Grundlinie und anliegende Winkel gegeben sind und dessen Seitenlinien (d. i. die Entfernungen des Punktes) sich durch Zeichnung oder Rechnung finden lassen. Wenn nun die Erde, wie Kopernikus lehrt, sich um die Sonne bewegt, so werden wir durch diese Bewegung der Erde von dem einen zu dem andern Endpunkt einer solchen Standlinie getragen, und da nach Verlauf seiner siderischen Umlaufszeit der Planet wiederum zu demselben Punkte seiner Bahn zurückkehrt, so können wir also den Planeten an ein und demselben Orte seiner Bahn von zwei verschiedenen Punkten der Erdbahn aus beobachten und daraus seine wirkliche Entfernung ableiten. Man sieht hieraus, dass die Entfernung des Planeten nicht aus einer Beobachtung allein, sondern nur aus einer sinnreichen Verbindung mehrerer Beobachtungen und unter Voraussetzung der kopernikanischen

Lehre von der Bewegung der Erde gefunden werden kann. Die Beobachtungsreihe des Tycho war zum Glück so vollständig, dass sie die zu diesem Zweck zu verbindenden einzelnen Glieder alle enthielt.

Hat man die wahren Oerter des Planeten, so kann man die Bahn durch dieselben verzeichnen. Aber dabei kommt hier noch ein besonderer Umstand in Frage. Wenn in einem ruhenden Raume mehrere Punkte einer Curve gegeben sind, so braucht man dieselben nur durch einen stetigen Zug zu verbinden und man hat die Curve selbst. Aber anders ist es hier, wo der Raum, in dem man beobachtet, ein anderer ist, als der, in dem die Bahn liegt. Denn wenn die Erde sich bewegt, so liegen alle Gesichtslinien von dieser nach dem Planeten in einem relativ bewegten Raume, die Planetenbahn liegt aber nicht in dem Raume, der sich mit der Erde bewegt, sondern in dem ruhenden Weltraume, und man muss daher für jeden Augenblick der Beobachtung die Lage dieses relativen Raumes gegen den ruhenden Weltraum kennen. Man darf alsdann den Ort des Planeten nicht mehr bloss auf die bewegte Erde, sondern man muss ihn ausserdem auch noch auf einen festen Punkt des ruhenden Weltraums beziehen. Welchen Punkt soll man nun dazu wählen? Dies war das Erste, was Keppler ermittelte. Er zeigte, dass der wahre Mittelpunkt der planetarischen Bewegungen nicht das Centrum der Erdbahn, sondern die Sonne selbst sey *).

*) Die Wahl dieses Punktes war auf die Bestimmung der Lage der Planetenbahn von Einfluss. Man erhielt nämlich eine andere Lage dieser Bahn, jenachdem man die Planetenbewegung auf den mittlern oder wahren Sonnenort bezog, d. h. mit Kopernikus zu reden, jenachdem man diese Bewegung entweder von dem Centrum der Erdbahn oder von der Sonne aus betrachtete. S. meine Epochen

Um nun die auf der bewegten Erde beobachteten Planetenörter auf die ruhende Sonne zu beziehen, muss man offenbar den jedesmaligen Ort der Erde im Raume kennen, d. i. man muss die Grösse und Lage des *Radius Vector* der Erde für jeden Zeitpunkt finden können. Dies setzt die genauere Kenntniss der Bahn und der Bewegung der Erde um die Sonne voraus. Zu dieser gelangte Keppler durch eine sinnreiche Verbindung von Beobachtungen des Mars mit Sonnenbeobachtungen. Er ging dabei von einem Orte des Mars aus, an dem dieser Planet wiederholt nach Verlauf eines siderischen Umlaufs von Tycho beobachtet worden war. Verbindet man diesen Ort mit dem Ort der Sonne, so erhält man eine Linie, deren Lage im Raum entweder durch eine Beobachtung des Mars in der Opposition gegeben ist oder aus der beiläufig bekannten Theorie des Mars gefunden werden kann. Diese Linie dient zur Basis für die Ausmessung der Erdbahn. Gesetzt, man hätte den Mars dreimal an jenem Orte seiner Bahn und gleichzeitig eben so oft die Sonne beobachtet, so entsprechen diesen drei Zeitpunkten der Beobachtung drei verschiedene Oerter der Erde in ihrer Bahn, deren Lage in Bezug auf die Basis sich angeben lässt, da durch die Beobachtungen die Winkel bekannt sind, welche die von der Sonne und von dem Mars nach der Erde gehenden Richtungen mit der Basis machen. So bestimmt sich also von den Endpunkten dieser Basis aus die Lage dreier Punkte der Erdbahn. Nimmt man

---

der Gesch. der Menschh. Bd. I. S. 405—409. Man kann sich dies dadurch veranschaulichen, dass man sich die Planetenbahnen wie excentrische Scheiben vorstellt, deren gemeinschaftliche Umdrehungsaxe nach Keppler durch den Mittelpunkt der Sonne, nach der alten Ansicht dagegen durch den Mittelpunkt der Erdbahn geht.

nun diese als Kreis, so ist durch diese drei Punkte die Erdbahn vollständig gegeben. Mithin ist auch der Ort ihres Mittelpunktes gegeben und da der Ort der Sonne schon bekannt war, so lässt sich auch der Betrag und die Richtung der Excentricität (oder die Lage der Apsidenlinie der Erdbahn) finden. Man nehme nun die Grundlinie zwischen Mars und Sonne als Einheit oder als Maassstab an, so lassen sich zuerst in Theilen dieser Einheit die drei *Radii Vectores* der Erde ausdrücken, die den drei Zeitpunkten der Beobachtung entsprechen. Vermittelst dieser lässt sich dann auch der Halbmesser der Erdbahn in Theilen derselben Einheit finden. Man kennt also auch das Verhältniss des Halbmessers der Erdbahn zur Excentricität sowie zu jenen drei *Radiis Vectoribus*, folglich kann man alle diese Grössen auch durch den Halbmesser der Erdbahn selbst, diesen als Einheit angenommen, ausdrücken. Bei der Anwendung dieser Methode hängt die Genauigkeit des Resultats offenbar davon ab, wie genau die heliocentrische Lage der Linie zwischen Sonne und Mars, der Basis der ganzen Operation, bekannt ist. Die Lage dieser Linie im Raum würde unmittelbar gegeben seyn, wenn Mars an demselben Orte seiner Bahn auch einmal zur Zeit seiner Opposition beobachtet worden wäre. Da Keppler für diejenigen Beobachtungen, die ihm für diesen Zweck am passendsten schienen, eine solche correspondirende Oppositionsbeobachtung nicht vorfand, so half er sich so. Statt der durch die Beobachtung einer Opposition des Mars gegebenen heliocentrischen Länge desselben gebrauchte er eine aus seiner beiläufig bekannten Bahn berechnete und änderte diese so lange ab, bis die Lage der Apsidenlinie der Erdbahn so herauskam, wie er dieselbe bereits durch eine

directe Methode genau gefunden hatte. So stellte Keppler zunächst die Elemente der Erdbahn fest und da diese bei ihrer geringen Excentricität kaum merklich von der Figur des Kreises abweicht, so stimmten hier unter Voraussetzung desselben Keppler's Rechnungen mit Tycho's Beobachtungen zusammen.

Dies setzte Kepplern in den Stand, jede beliebige Entfernung des Mars durch den Halbmesser der Erdbahn zu messen. Man kann nämlich jetzt für jeden Zeitpunkt den Ort der Erde in ihrer Bahn mit hinreichender Genauigkeit finden. Beobachtet man nun an zwei solchen Zeitpunkten, die genau um die Dauer eines siderischen Umlaufs des Mars von einander abstehen, diesen Planeten zweimal an ein und demselben Punkte seiner Bahn, so kennt man aus der Theorie der Erde die jenen beiden Zeitpunkten zugehörigen *Radii Vectores* der Erde der Grösse und Lage nach und mithin auch die zwischen ihren Endpunkten enthaltene Sehne der Erdbahn. Durch die Beobachtungen aber kennt man die Winkel, welche die zu den Zeiten der Beobachtung von der Erde nach dem Mars gehenden Gesichtslinien mit dieser Sehne machen, mithin auch den Ort im Raum, wo sich diese beiden Gesichtslinien durchschneiden. An diesem Orte befindet sich der Mars sowohl zu dem Zeitpunkt der ersten, als auch zu dem Zeitpunkt der zweiten Beobachtung. Man hat daher jetzt zwei Dreiecke, deren gemeinschaftliche Grundlinie jene Sehne der Erdbahn ist und deren Spitzen, die eine mit dem Ort der Sonne, die andere mit dem Ort des Mars zusammenfallen. Verbindet man die Spitzen dieser beiden Dreiecke, d. i. den Ort der Sonne mit dem Ort des Mars durch eine gerade Linie, so ist diese Linie (der *Radius Vector* des Mars) ihrer Grösse und Lage nach

gegeben. Auf diese Weise kann man die heliocentrische Länge, Breite und Entfernung des Planeten in allen Punkten seiner Bahn ohne irgend eine Voraussetzung finden, und dies ist hinlänglich, seine ganze Bahn zu bestimmen. So gelangte Keppler zur Entdeckung seines ersten und zweiten Gesetzes.

Mit diesen Entdeckungen brach er eine völlig neue Bahn in den Wissenschaften. Es war der Weg der Induction, der hier zum ersten Male von einem Naturforscher betreten wurde und zwar mit einer Geisteskraft und Tiefe der mathematischen Bildung, die noch kein Astronom zuvor erreicht hatte.

Kaum hatte Keppler diese astronomischen Forschungen beendigt, als die Entdeckung des Fernrohrs, die in der ganzen damaligen Welt unerhörtes Aufsehen machte, seinen Studien eine neue Richtung gab. Im März 1610 erschien der „Sternenbote", der die Entdeckungen verkündete, die Galilei mit dem Teleskop am Himmel gemacht hatte. Schon in der Mitte desselben Jahres erneuert Keppler den Briefwechsel mit Galilei, der seit der Uebersendung seines ***Mysterium Cosmographicum*** geruht hatte. Bald darauf bekam er von dem Churfürsten von Cöln ein Fernrohr geliehen, durch das er sich von der Wahrheit der galileischen Entdeckungen überzeugte. Kaiser Rudolph hatte sich früher oft mit Keppler über die Mondflecken unterhalten, er hielt sie wie Agesianax beim Plutarch für eine Abspiegelung der Erdoberfläche und hatte Italien im Monde wieder zu erkennen geglaubt.

Die wunderbaren Wirkungen des Fernrohrs, durch die diese dem Menschengeschlecht bis dahin verhüllten Dinge plötzlich in ihrer wahren Gestalt erschienen, führten Kepplern zu Untersuchungen über die Natur des Lich-

tes. Unter seinen Händen wurde die Dioptrik zuerst zur Wissenschaft. Er erfand durch theoretische Beobachtungen das astronomische Fernrohr, ohne es jemals selbst auszuführen; er zeigte in seiner Dioptrik (1611), wie man das Verhältniss der Refraktionen finden könne, und bahnte so den Weg, auf dem bald darauf der Holländer Snellius das Gesetz der Brechung wirklich fand.

Diese Untersuchungen wurden unter dem Geräusch der Waffen ausgeführt. Im Jahre 1607 brach die Katastrophe über Rudolph herein, in die auch Keppler mit hineingezogen wurde. Der Krieg mit Matthias wüthete endlich in Prag selbst und in seinem Gefolge contagiöse Fieber. Das Jahr 1611, welches Keppler das Jahr der Trübsal und Trauer nennt, raubte ihm drei Kinder an den Pocken und seine Gattin an dem Fieber. Er musste bei dem im prager Schlosse eingesperrten Kaiser aushalten bis zu dessen Tode 1612. Die Geschäfte an der Sternwarte waren in Stocken gerathen und er stand zuletzt gänzlich verlassen da. Der neue Kaiser Matthias bestätigte ihn zwar in dem Amte eines kaiserlichen Mathematicus, aber bei der zerrütteten Lage der Finanzen konnte der Gehalt nicht mehr ausgezahlt werden. Auf die amtliche Anfrage des kaiserlichen Geheimenraths Wakher von Wakenfels: warum die Himmelstafeln noch nicht erschienen, antwortete Keppler: „Damit die Ehre des Kaisers, bei dessen Kammerbefehlen ich verhungern müsste, geschont werde, schrieb ich nichtswürdige Kalender und *Prognostica:* das ist etwas besser, als betteln. Als mein Töchterlein starb, verliess ich die Tafeln und wendete mich zur Harmonie des Himmels.“ Diese Antwort, welche die traurige Lage Keppler's enthüllt, zeigt zugleich, wie er

sich durch seine Speculationen über die harten Schläge des Schicksals zu erheben wusste.

Die Verkümmerung seiner Besoldung nöthigte endlich den Astronomen des Kaisers und Reichs eine Gymnasialprofessur zu Linz von den Ständen ob der Enns anzunehmen. „Kaum zu Linz angekommen," schreibt Keppler an einen Freund, „wurde mir von M. Hizler das Brandmal eines Ketzers öffentlich aufgedrückt, indem er mich von der Communion ausschloss." Diese Kränkung widerfuhr ihm, weil er Anstand nahm, die Concordienformel unbedingt zu unterschreiben und die Verfluchung der Reformirten zu billigen. Keppler wandte sich an das Consistorium zu Stuttgart und bat, ihm entweder seine Zweifel zu lösen, oder doch zu erkennen, dass Hizler ihn, ohne sein Gewissen zu verletzen, zulassen möge. Im Verweigerungsfalle wäre er genöthigt, ausser Orts zu communiciren, was Aufsehen erregen würde. Denn der gemeine Mann, welcher die Subtilitäten der Schule nicht begreife, würde glauben, Er, der Geistliche und die ganze Gemeinde desselben Orts seyen der reformirten Religion zugethan, wodurch diejenigen, welche in sein Urtheil Vertrauen setzten, in ihrem Glauben irre werden könnten. Er sey aber mit den übrigen abweichenden Lehren der Reformirten nicht einverstanden. Uebrigens begehre er nicht zu streiten, er suche nur Beruhigung.

Die Zionswächter zu Stuttgart, rüstige Vertheidiger der Concordienformel und von Hass erfüllt gegen den öffentlichen Anhänger des kopernikanischen Weltsystems, wiesen ihn mit harten Vorwürfen zurück. Sie nannten ihn ohne alle Umstände „einen Wolf in Schaafskleidern, der sich nur mit dem Munde zur Augsburgischen Confession bekenne" und schlossen ihren langen Bescheid mit

den Worten: „Ihr seyd zwar dessen beredt, Eure *Subtilitates* seyen dem gemeinen Mann viel zu hoch. Bedenket aber darneben, dass die Geheimnisse, so in der Schrift offenbaret, unvergesslich höher, und euerm Verstand, wann ihr gleich an Scharfsinnigkeit *Platoni et Aristoteli, Ptolemaeo et Copernico* weit überlegen wäret, zu begreifen schlecht unmöglich seyen. Trauet eurem guten *Ingenio* nicht zu viel, und sehet zu, dass euer Glaub nicht auf Menschen-Weisheit, sondern auf Gottes Kraft besteht. Es wird doch hierdurch Gottes Ehr nicht gefürdert, es dienet nichts zur Gottseligkeit, noch zu Erbauung der Gemein Gottes, euch selber kann es nicht nutzen, wann ihr gleich alle Tage neue *Subtilitates* erdenkt und viele curiöse Fragen.“ So dachten jene Theologen, die an die Stelle des durch die Reformation aufgestellten Prinzips der evangelischen Freiheit die hierarchische Despotie der Concordienformel setzten.

Schlimmeres noch als diese Kränkungen der Menschen hatte das Schicksal für Keppler aufgespart. Ende 1615 benachrichtigte ihn ein Brief seiner Schwester, dass seine alte 70jährige Mutter der Thränenlosigkeit und Zauberei angeklagt sey. Sechs Jahre lang dauerte dieser Hexenprozess, den vor nicht langer Zeit der Freiherr von Breitschwerdt aus den wieder aufgefundenen Akten vortrefflich dargestellt hat und der einerseits ein interessantes Gemälde von der Rohheit der damaligen Sitten und Rechtszustände liefert, andererseits darum besonders merkwürdig ist, weil in ihm einer der grössten und aufgeklärtesten Geister aller Zeiten auftritt. Es kann uns heut zu Tage auffallend erscheinen, dass dieser Mann die Existenz der Hexen und ihr Vermögen, übernatürliche Krankheiten zu bewirken, einräumt und nur zu beweisen sucht, dass die

Handlungen der Angeklagten nicht die gesetzlichen Indicien der Zauberei an sich tragen, aber wir dürfen dabei nicht vergessen, dass der Zauberglaube damals zum Kirchenglauben gehörte, dass er heilig war, und dass sich Keppler selbst der grössten Gefahr würde ausgesetzt haben, wenn er anders verfahren wäre. Anfangs suchte er der misslichen Sache seiner Mutter durch schriftliche Vorstellungen zu nützen, aber als er die Nachricht von ihrer Gefangennehmung erhielt, eilte er selbst herbei, um vor den Schranken des Gerichts als ihr Beistand zu erscheinen, ohne die 70 Meilen Entfernung und das Kriegsgewitter zu scheuen, das eben jene Gegend durchzog. Und es war hohe Zeit. Denn ihr eigener Sohn, der Zinngiesser Heinrich Keppler, und ihr Schwiegersohn, der Pfarrer zu Heumaden, waren schon von dem Verdacht angesteckt, auch hatte der Vogt zu Leonberg bereits bemerkt, es sey zur Erforschung der Wahrheit nur noch Meister Jakob, d. h. der Scharfrichter nöthig. Es gelang zwar Kepplern durch seine Klugheit und seine Entschlossenheit, seine Mutter vor der Tortur und dem Flammentode zu retten, aber seine Familie war nunmehr mit einer unauslöschlichen Schande gebrandmarkt, die der Sieg der Vernunft erst lange nach dem Ableben aller Glieder derselben tilgte.

Kurz vor seiner Abreise nach Würtenberg war Kepplern noch ein anderer Unfall zugestossen. Der Herzog Maximilian von Baiern wandte sich im Sommer 1620 plötzlich nach Oesterreich und erschien mit den ligistischen Truppen vor Linz. Die Jesuiten gewannen in der belagerten Stadt die Oberhand. Sie belegten Keppler's Besoldung mit Arrest und versiegelten seine Bibliothek; den Prediger Hizler aber, den sie besonders hassten, entsetzten sie seines Amtes. Jetzt war für Keppler die Zeit der

Rache an seinem Verfolger gekommen und er übte sie mit all der Grossmuth, die in seinem Charakter lag. Er gewährte dem Bedrängten Schutz und Zuflucht in seiner Wohnung und beobachtete in Frieden und Eintracht eine Mondfinsterniss mit ihm in der belagerten Stadt. Während Keppler auf dem Schauplatze der Verblendung und Zwietracht handelnd aufzutreten genöthigt war, erforschte sein Geist die Harmonie des Himmels. Denn gerade in diese Zeit fällt die Vollendung jenes tiefsinnigen Werkes, das diesen Namen trägt und das die Entdeckung seines dritten Gesetzes enthält.

Hier ist das Gebiet, wo sein inductiver Sinn seinen kosmischen Ideen begegnet. Nach den Ideen seiner pythagorisirenden Kosmologie glaubte er, dass die Entfernungen der Planeten von der Sonne durch ein rein theoretisches Prinzip, nämlich aus der Geometrie der fünf regulären Körper, gefunden werden könnten. Aber sein gesunder Sinn für Induction forderte erst eine Bestätigung dieses Prinzips durch die Erfahrung und trieb ihn an, jene Methode der Messung der Entfernungen im Weltgebäude zu suchen, die ich oben beschrieben habe. Das Resultat entsprach nicht seinen Erwartungen. Aber anstatt die Idee des Weltbaus nach den fünf regulären Körpern aufzugeben, verband er dieselbe mit der Idee der Weltharmonie, jener altpythagorischen Lehre, die er auf die kunstvollste und sinnigste Weise so ausbildete, dass sie dem weit vorgeschrittenen und völlig erneuerten Zustande der Sternkunde entsprach. Wenn die Entdeckung des ersten und zweiten Gesetzes als die Frucht seines inductiven Genies betrachtet werden muss, so verdankt dagegen die Welt die Entdeckung des dritten Gesetzes seinen kosmischen Ideen.

Diese kosmischen Ideen Keppler's bestanden in einer merkwürdigen Verbindung geometrischer und ästhetischer Vorstellungen. Die ästhetischen Ansichten, die ihn geleitet haben, dürften sich etwa so darstellen lassen. Die absoluten Dimensionen des Weltbaus hängen von den fünf regulären Körpern ab und sind durch diese mit geometrischer Nothwendigkeit bestimmt. Die Verhältnisse des Weltbaus dagegen sind nach der Harmonie der Bewegungen geregelt. Wie nun in der Baukunst die Schönheit der Verhältnisse nur dann stattfindet, wenn die Verhältnisse mit dem absoluten Maassstabe des Gebäudes im Einklang stehen *), so konnten in dem Welt-

*) Um diesen Satz zu veranschaulichen, will ich an das Pantheon in Rom erinnern, dessen Kuppel die Form der Himmelswölbung mit so grosser künstlerischer Wirkung nachahmt. A. Hirt hat in seinen Bemerkungen Ueber den architektonischen Geist des Pantheons das Geheimniss enträthselt, das dieser wunderbare Bau bewahrt und das ihn gleichsam unnachahmlich macht. Er findet es in der Zusammenstimmung der Proportionen mit dem absoluten Maassstabe des Rundgebäudes. Im Innern ist der Durchmesser der Rundung der ganzen Höhe genau gleich, und der Halbmesser der Kuppelwölbung ist ebenso gross wie die Höhe der senkrechten Wände. „Der Architekt wählte also zu seinem Schema eine Kugel, die er in der Mitte durchschnitt und aus der einen Hälfte den Umfang der senkrechten Wände bildete, worüber er die andere Hälfte der Kugel aufsetzte. Dass dies Verhältniss beim Pantheon eine wundersam erhabene und schöne Wirkung mache, darüber ist nur Eine Stimme.“ Diese einfachen Verhältnisse passen aber nur für ein Rundgebäude, das gerade den absoluten Umfang des Pantheons hat. Denn bei einem andern absoluten Maassstabe des Gebäudes würden dieselben Proportionen eine andere perspectivische Ansicht des Ganzen geben. Auf dieser perspectivischen Ansicht beruht aber gerade der ästhetische Eindruck, den das Gebäude auf den Beschauer macht. Bei kleineren Rundtempeln war die Höhe der Kuppel gewöhnlich das Drittel und bei grösseren stieg sie bis auf zwei Fünftel der Gesammthöhe. „Ueberhaupt,“ sagt Hirt, „ergiebt sich das Gesetz, dass, je grösser der Umfang eines Rundbaues ist, desto höher verhält sich die Kuppel zu

gebäude, wenn die Schönheit und das Ebenmaass des Ganzen nicht gestört werden sollte, auch nur diejenigen Harmonieen angebracht werden, die mit der Geometrie der fünf Körper zusammenstimmen. Da nun die Harmonieen in dem Zusammenklang der Bewegungen, d. i. in den Verhältnissen der heliocentrischen Winkelgeschwindigkeiten der Planeten liegen und da diese einerseits von der Figur der Bahn (d. i. der Excentricität der Ellipse), andererseits von den mittlern Bewegungen (d. i. den Umlaufszeiten) der Planeten abhängen, so mussten diese beiden Elemente so gewählt werden, dass Verhältnisse der Bewegung entstehen, die einen ästhetischen Charakter an sich tragen, d. i. die durch ihre Form gefallen müssen. Keppler betrachtete also die verhältnissmässigen Abstände der Planeten von der Sonne sowie die Formen der Planetenbahnen nicht bloss als etwas Geometrisches, sondern auch als etwas Aesthetisches. In jenen, meinte er, seyen die fünf regulären Körper und in diesen die Harmonieen, soweit es der Weltbau nach der Norm der regulären Körper ge-

---

den Wänden; und umgekehrt: je geringer der Umfang, desto höher verhalten sich die Wände zu der Rundwölbung. Die Alten berechneten hiebei Alles genau nach optischen Gesetzen und sahen sehr gut ein, dass, wenn auf ein Rundgebäude, das nur die Hälfte von dem Umfange des Pantheon hätte, dieselben Verhältnisse angewandt würden, es ein sehr gedrücktes und beklommenes Ansehen haben müsste. Würde man im Gegentheil den senkrechten Wänden des Pantheon eine Höhe, die seinem Durchmesser gleich gewesen wäre, gegeben haben, so wie man dies bei kleinern Kuppelgebäuden zu thun pflegt, so würde ein sehr unangenehmer thurmartiger Effekt daraus erwachsen seyn." Hiernach liesse sich vermuthen, dass der Baumeister des Pantheons, um die beabsichtigte perspectivische Wirkung gleichsam des Weltpanoramas durch seinen Bau hervorzubringen, von jenen einfachen Verhältnissen ausgegangen sey und zu diesen erst den absoluten Maassstab, d. i. die Grösse des Gebäudes, hinzugesucht habe.

stattet, kosmisch verwirklicht. Es liegt also nach seiner Ansicht in den Dimensionen und Formen des Weltbaus (in der Grösse und Form jeder Planetenellipse) nicht bloss Etwas, das nach geometrischen Gesetzen begriffen werden kann, sondern auch noch etwas Wohlgefälliges, was, ohne weiter begreiflich zu seyn, bei der Beschauung des Ganzen nur als ein Gegenstand der Bewunderung sich darstelle. „Aesthetische Ideen“ nennt die philosophische Kunstsprache solche anschauliche Formen eines Ganzen, welche ein allgemeines Wohlgefallen erregen, ohne dass es einen Begriff von ihrer Einheit giebt. Keppler glaubte also, dass sich das Weltgebäude unter der Form einer ästhetischen Idee darstelle. In der That, wenn es ein architektonisches Gesetz des Weltbaus gäbe, so müsste dasselbe in der reinanschaulichen (d. i. geometrischen) Form des Weltbaus liegen: es müsste die beiden Eigenschaften der Anschaulichkeit und der allgemeinen Wohlgefälligkeit in sich vereinigen, d. i., es müsste die Form einer ästhetischen Idee annehmen. So eine überschaubare und schöne Form des Ganzen würde das räumliche Weltall und den Sternenlauf im Widerstreit gegen die Mechanik des Himmels mit der Idee der Gottheit verknüpfen. Es liegt daher etwas tief Religiöses in den kosmischen Ansichten Keppler's. Es durchweht eine eigenthümliche religiös-ästhetische Weltansicht seine ganze Astronomie. Die Gottheit, so glaubt er, bildete die Form des Weltbaus nach den ewigen Gesetzen der Geometrie und dem Urbilde des Schönen. Daher der Zauber jener überirdischen Schönheit, der sich in den Himmelsräumen wiederspiegelt.

Diese kosmischen Ansichten blieben in Keppler's Geiste kein leerer speculativer Gedanke, sondern er suchte

in ihnen die Erklärung des Himmelslaufs. Der Zusammenhang seiner Gedanken ist hier dieser.

Von den fünf regulären Körpern hängen die Abstände (die mittlern Entfernungen) der Planeten von der Sonne ab, von den Abständen nach dem dritten Gesetz die Umlaufszeiten oder mittlern Bewegungen. Von den mittlern Bewegungen und der Figur der Bahn (der Excentricität der Planetenellipse) hängen endlich die Harmonieen ab. Diese letztern sind nach Keppler's Weltansicht durch ein Gesetz, also mit Nothwendigkeit, bestimmt und es stellte sich für ihn die Aufgabe so: aus diesem gewissermaassen durch die Aesthetik der Tonkunst erkennbaren Gesetz rückwärts auf die mittlern Entfernungen und Excentricitäten der Planeten zu schliessen.

Die harmonischen Verhältnisse der Bewegung sollen nur dann statt haben, wenn der Planet in den Endpunkten seiner Apsidenlinie, dem Aphel und Perihel, sich befindet. Jeder Planet durchläuft daher vermöge seiner Bewegung um die Sonne von seinem tiefsten Ton im Aphel bis zu seinem höchsten Ton im Perihel ein musikalisches Intervall. Alle diese Intervalle sollen aber zu einer Gesammtharmonie aller Planeten zusammenstimmen. Demnach müssen die Verhältnisse der aphelischen und perihelischen Geschwindigkeiten je zweier oder mehrerer Planeten gleichfalls musikalische Intervalle geben. Durch die Harmonie des Himmels ist also nicht nur das Verhältniss der langsamsten zu der schnellsten Bewegung für jeden einzelnen Planeten, sondern auch für die verschiedenen Planeten unter einander fest bestimmt, und mithin kann man nach demselben Gesetz der Harmonie der Töne auch das Verhältniss der mittlern Bewegungen (oder der Umlaufszeiten) der verschiedenen Planeten unter einander fin-

den. So sind also durch die Harmonie, d. i. nach einem gleichsam bloss musikalischen Gesetz, die Verhältnisse der Bewegungen in ihren mittleren Werthen wie in ihren Extremen gegeben, und es kommt nun darauf an, daraus die Verhältnisse der Entfernungen der Planeten von der Sonne zu finden, sowie die Veränderungen dieser Entfernungen, welche eine Folge der Excentricitäten sind.

Nach dem zweiten keppler'schen Gesetz kann man für jeden einzelnen Planeten die Grösse des *Radius Vector* aus der zugehörigen Winkelgeschwindigkeit berechnen. Dabei muss man einen *Radius Vector* (den kleinsten oder grössten oder mittlern) als Einheit annehmen. Um nun aber diese als Einheiten angenommenen *Radii Vectores* bei den verschiedenen Planeten mit einander vergleichen zu können, muss man sie auf ein gemeinschaftliches Maass bringen und dieses lässt sich nur finden, wenn man weiss, wie die Winkelgeschwindigkeit im Ganzen (die mittlere Bewegung) von Planetenbahn zu Planetenbahn (d. i. mit dem Abstand des Planeten von der Sonne oder seiner mittlern Entfernung) sich ändert. Diese Regel spricht das dritte keppler'sche Gesetz aus. So kam Keppler darauf, dieses Gesetz zu suchen und dies ist der wahre Zusammenhang desselben mit seiner astronomischen Weltansicht. Da ihm nun die Verhältnisse der extremen heliocentrischen Winkelgeschwindigkeiten sowohl für jeden einzelnen als auch für je zwei benachbarte Planeten durch die Beobachtung und zugleich (nach seiner Annahme) durch die Harmonie des Himmels gegeben waren, so konnte er aus diesen Harmonieen vermöge seines zweiten Gesetzes die Excentricitäten und vermöge seines dritten Gesetzes die Abstände der Planeten von der Sonne berechnen. Der Gang seiner Rechnung ist hier dieser. Er

berechnet aus den Harmonieen: 1) die Excentricitäten, 2) die mittlern Bewegungen (oder die Umlaufszeiten, welche die umgekehrten Werthe der mittlern Bewegungen sind), 3) aus diesen letztern die mittlern Entfernungen nach seinem dritten Gesetz und 4) aus diesen letztern mit Zuziehung der Excentricitäten die grössten und kleinsten Entfernungen. Denn kennt man die mittlere Entfernung und die Excentricität, so lässt sich die grösste und kleinste Entfernung leicht finden. Diese mussten dann, nach seiner Voraussetzung, mit den durch die Beobachtung gegebenen zusammenstimmen und sich denen aus den Körpern abgeleiteten so weit nähern, als dies die Verbindung der Geometrie der 5 Körper mit der Harmonie des Himmels in dem Weltbau gestattet.

Keppler glaubte also, nicht nur die Bewegung der Planeten, sondern auch die Elemente dieser Bewegung könnten *a priori* oder aus einem Gesetz abgeleitet werden. Er hoffte durch die Ergründung der Architektur des Himmels zu einer sichern Kenntniss der himmlischen Bewegungen zu gelangen *).

Man könnte neben die Mechanik des Himmels noch eine **Architektur des Himmmels stellen. Man könnte sich die letztere als ein Seitenstück der erstern denken und die Frage nach dem „Weltbau“ als eine wissenschaftliche Aufgabe ansehen, die neben der Lehre von der Bewegung der Himmelskörper ihren voll berechtigten Platz hätte. Aber wegen der Zufälligkeit aller mathematischen Zusammensetzung kann es kein architektoni-**

*) Siehe meine Schrift über Keppler's Astronomische Weltansicht S. 43. Z. 17—27. Ich verweise auf diese Schrift diejenigen, welche sich mit Keppler's Ideen der Weltharmonie und der Ausführung seiner Rechnungen genauer bekannt machen wollen.

sches Gesetz des Weltbaus geben. Die architektonischen Formen kosmischer Gebilde im Einzelnen wie im Ganzen können nur ästhetisch, aber nicht theoretisch beurtheilt werden; sie sind ein Gegenstand der Bewunderung, aber kein Gegenstand der Erklärung für uns.

Man kann den Lauf eines Planeten vollständig aus dem Gesetz der Gravitation erklären, wenn man für einen bestimmten Zeitpunkt seinen Ort sowie die Richtung und Geschwindigkeit seiner Bewegung an dieser Stelle kennt. Aber eben dieser Ort und die Richtung und Geschwindigkeit der Bewegung von ihm aus ist dem Planeten durch den Zufall und durch kein Gesetz angewiesen. Nach Keppler's Ansicht hingegen wären diese zufälligen Elemente der Bewegung durch die Harmonie des Himmels mit Nothwendigkeit bestimmt. Dies ist der Grundirrthum seiner Kosmologie.

Die Harmonie des Himmels, welche Keppler entdeckt zu haben glaubte, enthielt nach seiner Meinung den untrüglichsten Beweis für die jährliche Bewegung der Erde um die Sonne. „Die grössten Theologen," schreibt er, „die aufgeklärtesten Philosophen, die erfahrensten Mathematiker und die tiefsten Metaphysiker werden finden, dass die Lehre des Kopernikus keine blosse Erdichtung, sondern dass sie aus der Natur selbst herausgezogen ist und auf das Anschaulichste bewiesen werden kann. Sie werden urtheilen, ob dieser Glanz der Werke Gottes öffentlich bekannt zu machen oder zurückzuhalten ist, ob die Lehre des Kopernikus anzunehmen oder zu verbessern ist."

Die „Weltharmonik" sowie der Abriss der kopernikanischen Astronomie sind in der Zeit von 1614 bis 1622 entstanden. Man hat diesen Zeitraum, in welchem sich Keppler mit der Ausbildung seiner kosmischen Ideen

beschäftigte, lange Zeit für den ruhigsten und sorgenlosesten seines Lebens gehalten, bis Breitschwert endlich den räthselhaften Schleier lüftete, mit dem man vielleicht geflissentlich und aus Schonung jene unglücklichen Vorgänge in Keppler's Familie bedeckte.

Noch immer bekleidete Keppler das Amt eines kaiserlichen Mathematicus, obgleich dieses Amt seinen Mann nicht mehr nährte; noch immer lag auf ihm die mit diesem Amt verbundene Verpflichtung, die rudolphinischen Tafeln zu berechnen. Jetzt nach Verlauf von 27 Jahren war dieses schon von Tycho de Brahe verheissene Werk vollendet. Aber die Mittel, welche Kaiser Rudolph zur Herausgabe desselben bestimmt hatte, waren zerronnen. Schon loderte die Flamme des dreissigjährigen Krieges in allen Gauen des deutschen Vaterlandes. Die Wissenschaften waren der Unterstützung beraubt, die sie in den Zeiten des Friedens genossen hatten. Der Kaiser, der selbst kein Geld hatte und doch der Ungeduld des gelehrten Publicums endlich nachgeben musste, wies die Druckkosten auf Reichsstädte in Franken und Schwaben an. Keppler machte 1625 die Rundreise durch diese Städte, allein die Anweisungen des Kaisers wurden entweder gar nicht oder nur theilweise respectirt. Dennoch begann der Druck. Aber kaum hatte er begonnen, so wurde Linz abermals 14 Wochen durch den Grafen Mansfeld belagert, bis Wallenstein zum Entsatz desselben herbeizog. An der aufrührerischen Stadt wurde eine furchtbare Rache genommen. Alle Protestanten, welche nicht zum katholischen Glauben übertreten wollten, wurden aus ihr verwiesen. Keppler selbst hielt es für rathsam zu flüchten. Mit kaiserlicher Genehmigung verlegte er seine Druckerei und den Druck seiner Tafeln nach Ulm. Seine Familie

liess er in Regensburg zurück. Mangel an Geld und militärische Einquartierungen erschwerten den Fortgang des Werkes. 1627 erschienen endlich die längst erwarteten Himmelstafeln, nach Laplace's Ausdruck die ersten, die sich auf die wahren Gesetze der planetarischen Bewegung gründen.

Keppler's rückständiger Gehalt war inzwischen im Laufe der Jahre auf 12000 fl. angewachsen. Um nun einerseits die Hofkammer von einer so lästigen Schuld zu befreien, andererseits Kepplern zu seinen Forderungen zu verhelfen, wurde er an den Herzog von Friedland überwiesen. Wallenstein, der sich das Ansehen eines Beförderers der Wissenschaften ohne Unterschied der Religion gab, und dem sein ehemaliger Hofmeister Paulus Virtungus, der Bewunderer Keppler's, schon früher eine günstige Meinung von diesem beigebracht hatte, nahm den Heimathlosen wohlwollend in Sagan auf. Zwei merkwürdige Männer dieses Jahrhunderts, den grossen Heeresfürsten und den stillen Forscher in den Tiefen der Natur führte hier der sonderbare Wechsel der Dinge zusammen. Oft, so wird erzählt, verlängerten sie die Stunden der Tafel durch fesselnde Gespräche. Dies Verhältniss war indess von keiner Dauer. Keppler konnte und wollte sich den astrologischen Grillen des Herzogs nicht fügen und so war dieser genöthigt, sich neben ihm noch den Astrologen Zeno zu halten, der aus Schiller's Wallenstein unter dem Namen Seni bekannt ist. Um sich seiner wieder zu entledigen, befahl Wallenstein dem akademischen Senat zu Rostock, Kepplern an den Lehrstuhl der Mathematik zu berufen. Der Senat gehorchte, aber Keppler nicht. Mit unerschrockener Kühnheit erklärte er dem Manne, vor dem alle Fürsten Deutschlands zitterten, er

werde diesem Ruf nicht eher folgen, als bis er, der Herzog selbst, die kaiserliche Genehmigung ausgewirkt haben und der Rückstand bezahlt seyn werde. Da Wallenstein diese Bedingung nicht erfüllte, so blieb Keppler in Sagan.

Drei Jahre hatte Keppler hier in Wallenstein's Diensten geweilt, da ging auf dem berühmten Reichstage zu Regensburg der Stern des Friedländers unter. Um zu retten, was für ihn noch zu retten war, ritt Keppler in einer Tour von Sagan nach Regensburg. Niedergebeugt von Kummer und Sorgen und ohne Hoffnung für die Zukunft unterlag er hier den Anstrengungen der Reise. Am 15. November 1630 endete dieses merkwürdige Leben, so reich an äussern Schicksalen und innern Erzeugnissen.

Es ist wahr, das Verständniss von Keppler's Entdeckungen ist nur Wenigen zugänglich, aber wir alle geniessen, auch ohne es zu wissen, die Segnungen, die von ihnen ausgehen. Wir zittern nicht mehr vor der Kometen unerwarteter Erscheinung, noch vor des Himmels Aspecten, weil heut zu Tage der menschliche Geist durch eine allgemeine Theorie den Weltkörpern ihre Bahnen vorzuzeichnen vermag. Unsere Schiffe steuern durch die Einöden des Meeres, ohne je den Hafen zu verfehlen, der als Ziel ihrer Reise bestimmt ist, weil der Seemann seinen Ort zur See jederzeit aus der Berechnung des Mondlaufs finden kann. Alles das wäre nicht ohne die keppler'schen Entdeckungen.

Wenn man Keppler mit Tycho de Brahe vergleicht, so kann man keinen Augenblick zweifeln, welcher von Beiden im Reiche der Geister höher stehe. An Fleiss und Beharrlichkeit in Verfolgung eines weit aussehenden Werkes waren vielleicht Beide einander gleich, aber an Genialität und Tiefe der mathematischen Bildung wurde Tycho

von Keppler weit übertroffen. Beiden war die Reformation der Sternkunde das Ziel ihres Strebens, aber Kepplern gebührt das Verdienst, zuerst den Weg der Induction entdeckt zu haben, der zur Lösung dieser Aufgabe führte. Tycho nimmt unstreitig einen hohen Platz in der Geschichte der Astronomie ein, aber Keppler's Name steht glänzend auch noch in der Geschichte der Philosophie, ja in der Culturgeschichte des menschlichen Geistes überhaupt. Das Resultat seiner Forschungen bezeichnet einen merkwürdigen Wendepunkt in den wissenschaftlichen Fortschritten des Menschengeschlechts. Das grosse, seit Jahrtausenden verborgene Geheimniss der Sternbewegung, das, von dem Sokrates glaubte, dass die Götter den Menschen nicht gewürdigt hätten, es zu erkennen, war nun offenbar geworden. Worüber Platon und Aristoteles nur kühne und phantastische Vermuthungen hegten, darüber hatte man jetzt vollständige Gewissheit erlangt und die Philosophie konnte fortan nicht mehr über den Bau des Weltalls träumen. Und dies verdankt man einem deutschen Manne, der innerhalb wie ausserhalb seines Vaterlandes nicht leicht seines Gleichen fand.

Nur Italien, das seit der Wiederherstellung der Wissenschaften mit Deutschland gewetteifert hatte, brachte zu derselben Zeit einen Mann hervor, der würdig ist mit Keppler verglichen zu werden. Sein grosser Zeitgenosse Galilei hat selbst von ihm nach seinem Tode gesagt: „Ich habe Kepplern wegen seines vorurtheilsfreien und feinen Verstandes geschätzt, seine Art zu philosophiren war aber von der meinigen verschieden.“ Und in der That contrastirt die einfache Nüchternheit des Italieners auffallend mit der Art, wie Keppler wunderbare Phantasiegebilde mit exacter Wissenschaft verbindet. Jener legte

den Grund zur mathematischen Naturphilosophie, die durch Newton's unübertroffenes Genie ihre Vollendung erhielt; dieser erhob die pythagoreische Naturphilosophie zu einer vorher kaum geahnten Höhe und gewann durch sie Aufschlüsse über die Natur, ohne die selbst Newton's Werk unmöglich gewesen wäre. Wenn man diese beiden einander entgegengesetzten philosophischen Denkweisen über die Natur der Dinge, die noch heut zu Tage ihre Vertreter haben und als deren Repräsentanten man füglich Keppler und Galilei betrachten kann, mit kurzen Worten charakterisiren will, so könnte man vielleicht am einfachsten so sagen: Keppler's ganze Weltansicht besteht in einer sinnvollen Verbindung von Aesthetik und Theorie, von Religion und Wissenschaft; Galilei's Philosophem liegt dagegen eine scharfe Trennung beider zu Grunde.

Grosse Geister bringen in der Regel nicht bloss in den Wissenschaften, sondern auch in dem Geist und Leben ihres Volkes dauernde Wirkungen hervor. So hat Newton der intellectuellen Bildung der englischen Nation den Charakter seines Genius aufgeprägt. Etwas Aehnliches konnten wir bei Regiomontanus, bei Luther und Melanchthon bemerken. Keppler dagegen ist in nationaler Beziehung spurlos vorübergegangen. Die Nation wurde zertrümmert, ehe Keppler's Geist sie gehörig befruchten konnte. Die Reformation der Sternkunde war gleichsam der Schwanengesang des deutschen Genius. Die Greuel und Verwüstungen des dreissigjährigen Krieges verscheuchte die Musen aus den deutschen Gauen, die eine gastliche Aufnahme erst in Holland und England und bald auch in Frankreich fanden. Eine lange Nacht der Barbarei in den Wissenschaften, aus der nur wie ein Leuchtthurm Leibnitz

hervorragt, bedeckte unser verödetes Vaterland, bis nach dem hubertsburger Frieden durch Lessing und Kant der deutsche Geist von Neuem zu dem Bewusstseyn seiner Selbstständigkeit erwachte.

So verschieden ist der Gang der Dinge und das Geschick der Nationen, dass das, was in Deutschland den Verfall der Wissenschaften herbeiführte, in Holland ihre Entwickelung und Blüthe zur Folge hatte. Auch in Holland hatte ein vierzigjähriger Krieg stattgefunden. Aber der Krieg hatte dort eine andere Natur und einen andern Ausgang als hier. Holland gewann durch den Krieg seine politische Selbstständigkeit, während das deutsche Reich durch denselben den Vorrang, den es bis dahin unter den europäischen Staaten behauptet hatte, verlor. Das Reich war ein Spielball auswärtiger Mächte und innerer Parteiungen, die deutsche Erde ein Tummelplatz fremder Nationen, der Kroaten, Italiener, Spanier, Wallonen, Franzosen und Schweden gewesen. Die Nation wurde durch diesen Krieg zerrissen, das Land verödet, der Wohlstand vernichtet, die Bildung zerstört. In Holland leitete der überlegene Geist Wilhelm's von Oranien mit Weisheit und dictatorischer Gewalt planmässig eine Revolution, die ein unerträglicher Druck erzeugt und ein Zufall zum Ausbruch gebracht hatte. Der Krieg in den Niederlanden war ein Kampf um die heiligsten Güter der Menschheit, um verjährte und wohlerworbene Rechte, um politische Unabhängigkeit, um Freiheit des Glaubens und Denkens. Und dieser Kampf wurde mit Begeisterung, Hingebung und seltener Ausdauer geführt. Die lange Dauer und die glückliche Wendung des Krieges weckten Kräfte, die bis dahin in der Seele des Holländers geschlummert hatten. Die Revolution selbst schuf eine Seemacht, die

bald in allen Meeren gefürchtet war. Der Handel, der unter ihrem Schutze gedieh, heilte gleichzeitig die Wunden, die der Krieg schlug. Die junge Republik wurde ein Asyl aller Meinungen und aller Verfolgten. Ein merkwürdiger Umstand knüpfte die Wissenschaften durch ein besonderes Band an die Revolution. Der Prinz von Oranien belohnte die Stadt Leyden für ihre heldenmüthige Vertheidigung durch die Gründung einer neuen Universität. Mitten unter dem Geräusch der Waffen blühten die Wissenschaften. Schon um dieselbe Zeit, als Keppler in Deutschland die ersten Proben seines Genies gab, erlangte hier der berühmte Hugo Grotius die Doctorwürde (1597).

Die See- und Handelsunternehmungen der Holländer bereicherten die Erdkunde. Der Krieg selbst erweckte Geschichtschreiber. Vorzugsweise aber war der Geist der Nation stets zu mathematischen Forschungen geneigt. Es liegt nicht im Charakter der Holländer, einem Phantom nachzujagen. Ihre Studien nahmen eine mehr praktische Richtung und nach der Beschaffenheit des Landes und der Natur der Verhältnisse wurden Mechanik und Hydraulik, bürgerliche und Kriegs-Baukunst ihre Lieblingsbeschäftigungen. Simon Stevin, Lehrer des Prinzen Moritz und später Ingenieur und Generalquartiermeister desselben, eröffnet die Reihe der berühmten holländischen Mathematiker. An ihn schliesst sich Willebrord Snellius, Professor zu Leyden, an, der durch die erste Gradmessung und die Entdeckung des Gesetzes der Strahlenbrechung seinen Namen verewigt hat. Die Erfindung des Thermometers durch Cornelius Drebbel und der Fernröhre fällt in diese Zeit.

Nach dem westphälischen Frieden war Hollands Blüthe auf den höchsten Punkt gestiegen. Sein Handel war Welt-

handel geworden: es hatte die Frachtfahrt fast aller europäischen Nationen. Durch Arbeitsamkeit, Sparsamkeit, Geduld und Ausdauer hatte sich der innere Wohlstand wunderbar gehoben, der Reichthum unermesslich gehäuft. Merkwürdig ist die Vergleichung, welche der Schotte Fletcher von Saltoun im Jahre 1698 zwischen seinem Vaterlande und Holland anstellte. Dort sah er 200000 Bettler, Landstreicher und gelegentlich Räuber; hier Wunder der Industrie, grosse und prächtige Städte, Häfen voller Schiffe, herrliche Weiden, Canäle, Schifffahrt in rastloser Abwechselung, Handelshäuser, deren tägliche Bezahlungen den ganzen jährlichen Ertrag der schottischen Hochlande übertrafen, eine dichte Bevölkerung, die, an Arbeit gewöhnt, ihre Nahrung nicht in dem Raube, sondern im Wohlstande ihrer Nachbarn suchte.

Wohlhabenheit und Ueberfluss beförderten das Gedeihen der schönen Künste. Baukunst und Skulptur verschönerten das Ansehen der zierlichen Städte. Die niederländische Malerei erhob sich zu jener Höhe der Kunst, die noch jetzt in den Gemälden von Rubens und Rembrandt, Douw und Potters bewundert wird. Dem Zeitalter der Kunst folgte das Zeitalter der Wissenschaft. Baruch Spinoza betrat die Bahn einer neuen und kühnen philosophischen Speculation. Balthasar Becker zerstörte durch seine „bezauberte Welt“ den Gespenster- und Hexenglauben. In den Naturwissenschaften glänzten der unsterbliche Boerhave, Leeuwenhoek, Hartsoeker, Swammerdam, Nieuwentyt und Friedrich Ruysch. Alle diese überstrahlte der grosse Christian Huygens, dem die Geometrie und Mechanik, die Optik und Astronomie neue Entdeckungen verdankt. In diesen Entdeckungen liegt der Keim zu Fortschritten in der Astronomie, von denen er selbst keine

Ahnung hatte und die gleichzeitig nach beiden Seiten hin, sowohl in der Praxis wie in der Theorie, zu den grössten gehören, die jemals in dieser Wissenschaft gemacht worden sind. Seine Pendeluhr führte in Verbindung mit Römer's Mittagsfernrohr zu einer ganz neuen astronomischen Beobachtungskunst und seine Lehrsätze über die Centrifugalkraft bei der Kreisbewegung bahnten den Weg zu einer neuen und unerwarteten Begründung und Erweiterung der astronomischen Theorie. Um dies Letztere richtig zu würdigen, müssen wir einen Blick auf das Verhältniss der Theorie zu den Beobachtungen in dieser Wissenschaft werfen.

Die Aufgabe der astronomischen Theorie ist, Regeln für die Bewegung jedes Gestirnes zu finden, aus welchen sein Ort an der Himmelskugel (seine Länge und Breite oder seine Rectascension und Declination) so abgeleitet werden kann, wie ihn die vorhandenen und künftig anzustellenden Beobachtungen geben. Sie hat ihre Aufgabe gelöst, wenn die gefundenen Regeln mit der vorhandenen Reihe von Beobachtungen genau übereinstimmen, wenigstens so genau als die Genauigkeit der Beobachtungen selbst ist. Diese Genauigkeit schreitet aber im Laufe der Zeiten fort, sowie eine zweckmässigere Form, sie anzustellen, eingeführt, die Sinne künstlich verstärkt und die Instrumente zum Messen vervollkommnet werden. Eine astronomische Theorie kann daher den vorhandenen Beobachtungsreihen lange Zeit völlig genügen und sich später doch als unzureichend erweisen. Dies war der Fall mit Keppler's elliptischer Theorie der Planeten, welche die Oerter dieser Himmelskörper bis auf etwa Eine Raumminute genau darstellte, also so genau wie die tychonischen Beobachtungen war. Aber Eine Minute am Him-

melsgewölbe ist ein Raum, der noch manche geheimnissvolle Hieroglyphe der Natur enthält, die erst dann kenntlich hervortreten konnte, wenn die Grenzen der Beobachtungsfehler enger gezogen wurden. So, um nur an eines zu erinnern, lag damals die Aberrationsellipse, dieses Miniaturbild der Erdbahn an der Himmelskugel, das die Scheibe des Jupiters an Grösse nicht übertrifft, noch verborgen in den Grenzen der Beobachtungsfehler. Diese Grenzen sind seit Flamstead und Bradley durch die Anwendung der Fernröhre auf die astronomischen Winkelinstrumente und durch die Erfindung der Pendeluhr auf den engen Raum von einer Sekunde zusammengerückt, die heutigen Beobachtungen also 60 Mal genauer als die Beobachtungen des Tycho und 600 Mal genauer als die älteren geworden. Die fortschreitende Genauigkeit der Beobachtungen zeigte sehr bald Abweichungen von der Theorie, die sich aus der letztern nicht mehr erklären liessen. Diese Abweichungen der Tafeln von den Beobachtungen, von denen wir heut zu Tage wissen, dass sie aus den Störungen entspringen, waren anfangs den Astronomen völlig unerklärlich und setzten sie in nicht geringe Verlegenheit. Mehr als einmal wurde die Frage aufgeworfen, ob wohl die Bewegungen der Himmelskörper auch in der That so regelmässig vor sich gehen, wie man bisher angenommen hatte, oder ob sie nicht auch, wie z. B. die Winde oder die Witterung, zufälligen, nicht zu berechnenden Veränderungen unterworfen wären. In der That, die Geometrie hatte der Sternkunde jeden Dienst geleistet, den man von ihr fordern konnte. So viel musste man bald gewahr werden, dass aus einem geometrischen Prinzip und durch Verbesserung der Elemente sich jene Abweichungen nicht erklären liessen, und es blieb nur die

Alternative, entweder anzunehmen, dass die Bahn des Himmelskörpers an kein festes Gesetz gebunden sey, dass der Planet nach Laune oder Zufall von der Ellipse abirren könne; oder man musste voraussetzen, dass der Sternenlauf ausser den keppler'schen Gesetzen noch von einem andern Prinzip abhange, das aber dann ganz anderer als geometrischer Natur seyn musste. Das Erstere widerstritt den Grundsätzen einer gesunden Naturphilosophie sowie einer genauern Untersuchung der Beobachtungen. Eine solche Untersuchung stellte bereits Horrox an. Seine Aeusserungen zeugen von einer sehr klaren und richtigen Ansicht. „Diese Fehler,“ sagt er, „sind bald positiv, bald wieder negativ, so dass sie sich gleichsam gegenseitig wieder aufheben. Das könnte aber nicht seyn, wenn sie bloss zufällig wären. Ueberdiess ist dieser Uebergang von dem Positiven zum Negativen beim Monde sehr schnell, bei Jupiter und Saturn aber ungemein langsam, so dass bei diesen zwei letzten Planeten die Fehler oft Jahre lang immer dieselben bleiben. Wenn diese Fehler bloss dem Zufalle zuzuschreiben seyn sollten, müssten sie nicht bei dem Monde sich ganz ebenso wie bei Saturn verhalten? Nimmt man aber an, dass unsere Tafeln in Beziehung auf die mittlern Bewegungen dieser Gestirne nahe richtig sind, dass aber die Correctionen oder die „Gleichungen“ derselben noch einer Verbesserung bedürfen, so erklärt sich jene Erscheinung sehr gut. Denn die Ungleichheiten Saturns haben durchaus nur sehr lange Perioden, während die des Mondes im Gegentheil sehr zahlreich sind und sämmtlich nur kurze Perioden haben.“ Selbst ein Schüler von Laplace könnte sich heut zu Tage nicht besser über diesen Gegenstand ausdrücken. Aber die Frage war damals, wie der von Horrox gemachte

Vorschlag ausgeführt werden könne und nach welchem Prinzip man die Gleichungen verbessern solle?

Dieses Prinzip war zwar für Huygens selbst ein Geheimniss, aber er bahnte den Weg, auf dem Newton zur Entdeckung desselben gelangte. Von Regiomontanus, ja von Hipparch und Ptolemäus bis zu diesem Zeitpunkt wurde die Bewegung der Himmelskörper bloss aus Gesetzen der Geometrie erklärt. Huygens führt zuerst die Mechanik, die neue Schöpfung Galilei's, in die Sternkunde ein. Erst nach ihm konnte man den Sternenlauf als ein Problem der Mechanik betrachten und seine Theorie der Centralkräfte wurde in der That für Newton die Brücke von den Gesetzen Keppler's zu den Gesetzen Galilei's. Die Entdeckung der Ursache der himmlischen Bewegungen und die Ableitung dieser Bewegungen aus jener Ursache ist unbestreitbar Newton's Werk, aber ebenso gewiss ist es, dass Huygens die erste Hinweisung auf eine solche mechanische Ursache gegeben hat.

Huygens war kein theoretischer Astronom in dem Sinne, den wir heut zu Tage mit dieser Benennung verbinden, und er scheint kaum die keppler'schen Gesetze gekannt oder beachtet zu haben. Aber die Kenntniss dieser Gesetze war schon längst in England verbreitet. Gleich nach dem Erscheinen von Keppler's Commentar über den Stern Mars studirten Heinrich Percy, Graf von Northumberland, und sein Freund, der berühmte Mathematiker Thomas Harriot, dieses Werk mit Eifer und Aufmerksamkeit *). Horrox, dessen früher Verlust für die Wissenschaft zu bedauern ist (starb 1641 in seinem 22. Jahre), wendete ein Menschenalter später die elliptische Theo-

*) S. von Zach's Monatliche Correspondenz Bd. 8. S. 47 u. fgg.



rie zuerst auf den Mond an und Flamstead, der 1671 und 72 diese Theorie des Horrox mit seinen Beobachtungen verglich, fand, dass sie weit besser mit dem Himmel übereinstimme, als die „philolaischen Tafeln“ des Bullialdus oder die „carolinischen Tafeln“ des Street. Abermals ein Menschenalter später bat Newton Flamstead brieflich um die längsten Durchmesser der Bahnen Jupiters und Saturns, damit er „sehen könne, wie die Proportion nach der $1\frac{1}{2}$ Potenz die Himmel erfülle.“

Durch eine merkwürdige Vereinigung günstiger Umstände fand sich in England mit einem Male Alles zusammen, was zur Auflösung einer Aufgabe erforderlich war, die der Astronomie seit Huygens vorschwebte und die Robert Hooke zuerst richtig formulirte. Macaulay hat in seiner Geschichte Englands mit Meisterhand ein vollständiges Gemälde von den damaligen Zuständen seines Vaterlandes entworfen, von dem ich hier einige einzelne Züge entlehne. Es ist bemerkenswerth, dass die grosse Revolution in den Wissenschaften daselbst stattfand, als nach der Zeit grosser religiöser und bürgerlicher Unruhen die Sitten und die schöne Literatur in Verfall geriethen. Der aufgeregte Geist der englischen Nation wurde durch die Restauration gezwungen, von den politischen Dingen abzulassen und ein anderes Gebiet seiner Thätigkeit zu suchen. Dieses wurde ihm durch die baconische Philosophie angewiesen, die ungeachtet der bürgerlichen Unruhen, die England so lange erschüttert hatten, noch nicht in Vergessenheit gerathen war. Einige wohlgeartete Geister hatten sie erhalten und langsam zur Reife befördert. Nach der Herstellung der Ruhe fanden diese Lehrer ein aufmerksames Gehör. Je unpopulärer und gefährlicher es war, die Gesetze der Monarchie zu untersuchen, desto

eifriger fragte man nach den Gesetzen der Natur. Die königliche Societät, die gleichzeitig mit der Wiederherstellung der alten Verfassung in's Leben trat, wurde der Centralpunkt eines regen wissenschaftlichen Lebens, das sich besonders in den Naturwissenschaften entfaltete. In wenig Monaten wurde Experimentalphysik zur Modesache. Physikalische Lehren, Experimente und Träume erfüllten alle Köpfe. Dichter besangen das Herannahen des goldenen Zeitalters und sagten Dinge vorher, die sie selbst nicht verstanden. Dryden prophezeite, die königliche Societät würde das Menschengeschlecht bald an den äussersten Rand des Erdkreises führen und von dort aus eine neue Ansicht der Mondwelt eröffnen. Neben der königlichen Societät erhob sich das Nationalobservatorium zu Greenwich, auf dem John Flamstead jene lange Reihe von Beobachtungen begann, die, durch Bradley fortgesetzt, seitdem das Fundament der neuern Astronomie geworden ist.

Die baconische Philosophie verbreitete die Ueberzeugung, dass dem Menschen der Schlüssel zu den Naturgeheimnissen anvertraut sey, und sie lehrte ihn diesen Schlüssel zu gebrauchen. Die Phantome des Aberglaubens flohen vor dem Lichte der Vernunft. Man erkannte die Nichtigkeit der Astrologie und Alchemie. Zauberei wurde zum Spott. Mit Ernst und Eifer war man bemüht, den Schleier zu lüften, der das innere Triebwerk der Natur den Blicken des Menschen verbirgt. Harvey entdeckte den Blutumlauf. Boyle's chemische Entdeckungen und Sloane's botanische Forschungen fallen in diese Periode. Vor Allem aber war es das grosse Problem, die Bewegung der Himmelskörper aus Centralkräften zu erklären, was unter dem Einfluss von Huygens' grossem

Geiste die königliche Societät beschäftigte. Halley, Hooke, Wallis und Wren vereinigten ihre Kräfte zur Lösung dieser Aufgabe. Was seine Zeitgenossen vergebens suchten, das fand Newton's Genie: das Naturgesetz der himmlischen Bewegungen.

Was man auch dagegen gesagt hat, so scheint es doch gewiss, dass sich Newton zuerst zur Idee der allgemeinen Schwere erhoben habe. Keppler dachte sich die Schwere noch als specifisch terrestrische Kraft. Sie ist ihm wesentlich verschieden von der Ursache der Himmelsbewegungen. Denn sie wirkt geradlinig, diese Bewegungen aber sind Umläufe. Die Erde steht zwar nach ihm noch mit dem Monde in einem Gravitationsnexus, aber die Schwere übt weder auf die Bewegung des Mondes noch auf die der Erde einen störenden Einfluss. Der Mond bringt nur die Ebbe und Fluth hervor, indem er die Gewässer der Erde senkrecht in die Höhe zieht. Der Umlauf der Planeten um die Sonne wird aber durch ganz andere, von der Schwere gänzlich verschiedene Kräfte regiert *). Ja selbst Huygens, dessen *Horologium oscilla-*

---

*) Der Grund von Keppler's Ansichten über die eigenthümlichen Ursachen der himmlischen Bewegungen ist wohl hauptsächlich mit darin zu suchen, dass er noch keine richtige Erkenntniss von dem Gesetz der Trägheit besass. Alle Schriftsteller über Mechanik vor Galilei begingen den gemeinschaftlichen Fehler, dass sie für die Bewegung eines Körpers die fortdauernde Wirkung einer Kraft als nothwendig voraussetzten, und Alles das, was Keppler seine „physischen Gründe" nannte, beruhte auf dieser Annahme. Die Fortdauer der Bewegung ist aber keine Wirkung einer Kraft, sondern bloss die Folge des Gesetzes der Trägheit. Aber Entstehung einer neuen oder Veränderung einer schon früher entstandenen Bewegung ist die Wirkung einer Kraft. Es ist schwer zu sagen, wer das Gesetz der Trägheit zuerst bestimmt angegeben hat. Noch im Jahre 1604 hatte Galilei eine offenbar falsche Vorstellung davon, und wir wissen

torium nur 15 Jahre vor den mathematischen Prinzipien der Naturphilosophie erschien, betrachtete die Schwere noch nicht als die allgemeine und gegenseitige Anziehung aller Theile der Materie gegen einander, sondern nur als das Gewicht des Körpers. Allein obschon seine naturphilosophische Ansicht von dem Wesen der Schwerkraft weit hinter der des Newton und vielleicht selbst hinter der des Hooke blieb, so gab er doch zuerst den geometrischen Schlüssel zur Erkenntniss ihrer Wirkungen auf die Bewegung der Himmelskörper.

Galilei hatte sich schon überzeugt, dass bei der Wurfbewegung sowohl die Geschwindigkeit des Wurfs als auch die Fallgeschwindigkeit jede für sich abgesondert bestehe, ohne dass die eine von der andern verändert oder gestört, oder auf irgend eine Weise bei ihrem Zusammentritte gehindert werden könne. Dies ist jedoch nur für den Fall richtig, wo die Kraft wie die Schwere an der Erdoberfläche in allen ihren Richtungen als parallel angenommen werden kann. Wenn aber die Kraft eine Centralkraft ist, so kann die Zusammensetzung der Bewegungen nicht mehr auf dem von Galilei eingeschlagenen Wege construirt werden. Das erste Beispiel der Auflösung eines solchen Fal-

---

nicht genau, wie er auf die wahre geleitet wurde, die er 1638 in seinen *Discorsen* bekannt gemacht hat. Im ersten Dialog über das kopernikanische System (1630) behauptet er noch, dass die kreisförmige Bewegung allein eine ihrer Natur nach gleichförmige sey, auch behält er hier die aristotelische Unterscheidung zwischen natürlicher und gewaltsamer Bewegung noch bei. Bei allen Bewegungen auf der Oberfläche unserer Erde tritt das Gesetz der Trägheit wegen des Widerstandes und der Reibung nicht hervor; man konnte also kein Experiment als Beispiel dafür anführen. Auf dem Wege des Experiments konnte man nur so viel beweisen, dass mit Verminderung des Widerstandes auch die Verzögerung kleiner wird.

les gab Huygens. Aber dies Beispiel galt bloss für den Fall, wo die Bahn des Körpers ein Kreis und die Centralkraft im Mittelpunkte desselben ihren Sitz hat. Wollte man aber die Bewegung der Planeten um die Sonne aus diesem Prinzip erklären, so musste man die Ellipse als die Wirkung einer Centralkraft construiren, die von einem Brennpunkt dieser Curve aus wirkt. Dies war ein weit verwickelterer und schwierigerer Fall, der zu seiner Auflösung der Kräfte der höheren Geometrie und Analysis bedurfte. Und die Auflösung dieser Aufgabe war es, die Newton gab.

Durch Newton erhielten Keppler's Entdeckungen erst die volle Sanction. Jetzt sah man, dass die Bahn, deren Figur Keppler entdeckt hatte, den Planeten durch ein Gesetz vorgeschrieben sey. Die Gesetze der Himmelsbewegungen, welche Keppler inductorisch aus den tychonischen Beobachtungen erschlossen hatte, wurden durch Newton theoretisch aus den Prinzipien der Mechanik des Himmels abgeleitet.

Nun fand die grosse Sonderung und Sichtung der keppler'schen Arbeiten statt: es wurde getrennt, was in seinen Werken der kühnen phantastischen Speculation der Pythagoreer angehörte, von dem, was sich mit der tiefen und ruhigen Forschung der mechanischen Naturwissenschaften unserer Tage im Einklang fand, Jenes der Vergessenheit übergeben und Dieses mit der newton'schen Physik verschmolzen.

Erst durch Keppler, Galilei und Newton, sowie durch Bradley's schöne Entdeckung der Abirrung des Lichts der Fixsterne ist das kopernikanische System zur Wahrheit geworden. Jetzt erst nach Entdeckung des Gesetzes der allgemeinen Schwere stand die neue Weltanschauung fest,

gesichert durch Erfahrung, Mathematik und Philosophie. Von da an gab es erst eine exacte Wissenschaft.

Ueberblicken wir noch einmal den ganzen Zeitraum der Geschichte der Astronomie von Peurbach bis auf Keppler herunter, so erkennen wir nicht bloss einen nationalen, sondern auch einen wissenschaftlichen Abschluss. Wir stehen bei seinem Ablauf an der Grenzscheide der theoretischen und physischen Astronomie. Die Gesetze der theoretischen Sternkunde waren entdeckt und es blieben nur noch die der Mechanik des Himmels zu entdecken übrig. Siebzig Jahre später kannte man auch diese und die allgemeine Revolution in den Naturwissenschaften war geschlossen, an der der grosse Reformator der Sternkunde einen so thätigen Antheil genommen hatte.

Mit der Mechanik des Himmels erlangte die mathematische Naturphilosophie ihren grossen, ihr nie wieder zu entreissenden Sieg. Die Herrschaft des Aristoteles in der Physik war nun auf immer vernichtet und eine andere Philosophie hatte triumphirend diesen Platz eingenommen. So lange die physischen Fragen mit der scholastischen Dialektik verbunden wurden, war das grosse **Räthsel der Physik, was noch der neuesten Zeit zu thun giebt, wie die Gestalten als Wesen zu fassen seyen und wie in der Wesenheit der Gestalten auch der Geist bestehe. Dieses Räthsel glaubte die scholastische Philosophie ganz einfach dadurch zu lösen, dass sie die Artbegriffe hypostasirte, d. i. in Wesen verwandelte und somit alle Realität und Wesenheit der Dinge in die Begriffe verlegte. *Forma* (*μόρφη*) war ihr der Grund der Wirklichkeit. Die Gründe des Lebens und der Gestaltung, die Ursachen aller Veränderungen sowie alle Wirksamkeit der Kräfte wurden nach Analogie der aristotelischen Entelechie**

beurtheilt. Substantielle Formen, wie man sie nannte, wurden als eine höhere Art von Wesen bis zu höchst unter der Weltseele vorausgesetzt. Diese substantiellen Formen wurden als unsichtbare, nur durch den Begriff denkbare wirkliche Einzelwesen und in dieser ihrer Individualität als die eigentlichen Regenten der Natur betrachtet. Dahin gehören unter andern die Führer der Planeten; der Archeus des Paracelsus, der seinen Sitz im Magen hat, Brod in Blut verwandelt, alle körperlichen Verrichtungen regiert und die Krankheiten heilt; jene Erdseele Kepplers, der unterirdische Archeus, der alle Veränderungen im Leben der Erde bewirkt; endlich die Weltseele, das Prinzip des Lebens und der Beseelung der ganzen Welt. So erhielten blosse Begriffe, Geschöpfe unseres Verstandes, welche die Phantasie mit Attributen der Individualität und Persönlichkeit schmückte, den Anschein einer realen Existenz.

Galilei's Fallgesetz verbannte die substantiellen Formen für immer aus dem Reiche der Natur. Galilei wies wirklich das Naturgesetz, d. i. eine allgemeine, nothwendige Regel ohne alle Wesenheit als den höchsten Grund der Veränderung nach. Jetzt war es wenigstens von dieser Naturerscheinung offenbar, dass sie nicht von einem solchen fingirten Einzelwesen, sondern von einem Gesetz abhange.

Gleichzeitig philosophirt Baco von Verulam zuerst richtig über die Methode der Erfindung in den Naturwissenschaften. Er macht es klar, warum es bisher noch nicht gelungen sey, die Naturgeheimnisse zu erforschen. Er zeigt, dass das Misslingen nicht an der Sache selbst, sondern nur an der Unkenntniss der Methode liege. Das Resultat seiner Philosophie ist dieses: die *causa formalis*

ist keine substantielle Form, sondern ein Naturgesetz und dieses muss durch Induction erforscht werden.

Nun war der Sieg des Nominalismus über den Realismus in den Naturwissenschaften für immer entschieden. Die Realität der Universalien besteht nicht in der Existenz von unkörperlichen, nur durch Begriffe denkbaren Einzelwesen, sondern in Naturgesetzen. Nicht in jenen, sondern in diesen hat man die Prinzipien der Physik zu suchen. Diese Wahrheit wird der Angelpunkt, um den sich die Philosophie und die Naturforschung von nun an dreht. Sie lenkt die Ansichten und Bestrebungen der Naturkundigen auf eine gemeinsame Bahn. Diese unwandelbare Gleichförmigkeit der Lehre, wie sie seitdem in den Naturwissenschaften besteht, bildet einen auffallenden Gegensatz zu den bunten physikalischen Träumen der Früheren, die so vielgestaltig sind wie die Zahl der Lehrer, die sie verkündeten.

Als nach der Wiederherstellung der Wissenschaften sich die Philosophie von der Theologie zu emancipiren suchte, zeigte sich das freiere philosophische Leben zuerst in der Naturphilosophie. Hier laufen zwei verwandte Richtungen neben einander. Bei einer Reihe von Männern wie Nicolaus von Cusa, Bernardinus Telesius, Franciscus Patritius, Thomas Campanella und Giordano Bruno verklingen nur die alten pythagoreischen und platonischen Naturphantasien. Bei Anderen verbanden sich dieselben mit den wilden und verworrenen Träumen der Cabbala. Kurz vor dem Beginn der Reformation hatten der Graf Pico von Mirandula der Aeltere, Reuchlin und Agrippa von Nettesheim die Aufmerksamkeit auf dieses jüdische Machwerk gelenkt. Man glaubte in ihr die längst gesuchte Fundgrube geheimen Wissens, die Quelle aller tie-

feren Naturerkenntniss gefunden zu haben. Aller religiöse und physikalische Aberglaube des Volkes drang durch sie mit in die Wissenschaft ein. Die Himmelskörper, die Erden, Steine, Pflanzen, überhaupt jeder Körper war das Theater, auf dem ein oder mehrere Geister ihre Rolle spielten, selbst der Mensch hatte seine unsichtbaren Begleiter, die ihm Geheimnisse offenbarten und seine Gedanken und Handlungen leiteten. Die ganze Natur wurde unter dem Einflusse von Seelen und Geistern in eine Feenwelt verwandelt. Man glaubte an eine geheime Kunst, die Magie, durch die man sich diese Geister unterthan und dienstbar machen könne, und setzte an die Stelle von Naturgesetzen die Macht der Zauberei. Schwärmerische Geister wie Paracelsus, Robert Fludd, van Helmont, Jakob Böhme, ergriffen diese Phantasien und bildeten sie, ein Jeder in anderer Weise, zu Lehren aus, die sie vorgaben durch innere Erleuchtung empfangen zu haben. Diese mystische Naturphilosophie hatte sich in beiden der eben bezeichneten Richtungen über Italien, Deutschland und England verbreitet. Während sie alle Naturwissenschaften mit der Gefahr der Verwilderung bedrohte, fand in Deutschland die Reformation der Sternkunde durch Keppler statt und unmittelbar darauf legten fast gleichzeitig in Italien und England Galilei und Baco den Grund zur mathematischen Naturphilosophie. Mit diesen beiden Ereignissen hat die neuere Naturwissenschaft ihren Anfang genommen.

Zwischen jener mystischen und der mathematischen Naturphilosophie, deren Fundament Galilei legte und deren Name mit Newton's Namen verschwistert ist, nimmt Keppler eine ganz eigenthümliche und ich möchte sagen, ausserordentliche Stellung ein. Um diese richtig zu wür-

digen, darf man nicht vergessen, dass Galilei seine Prinzipien der Mechanik erst nach Keppler's Tode bekannt machte und dass Bacon's *Novum Organum* erst erschien, nachdem Keppler bereits alle seine Entdeckungen gemacht hatte *). Die Mechanik und das, was wir jetzt unter den Prinzipien der mathematischen Naturphilosophie verstehen, war daher für Keppler noch ein unentdecktes Reich. Aber eben so wenig kann man ihn zu jenen Mystikern in den Naturwissenschaften zählen, wie oft man ihm auch diese Ehre zugedacht hat. Die mystische Naturphilosophie suchte ebenso wie die scholastische Philosophie und die altgriechische Naturphilosophie eine Kosmologie, eine Lehre von der Welt, die nicht erfahrungsmässig, sondern metaphysisch entwickelt werden sollte, indem man sich einbildete, den Weltbau nur im Denken und durch blosses Denken ergründen zu können. Da nun der wahre Gehalt philosophischer Erkenntniss von der Willkürlichkeit metaphysischer Phantasien so schwer zu trennen ist, so verband sich mit dieser Philosophie der Natur allmälig aller Aberglaube der Astrologie, Alchemie, Zauberkunst und Dämonenlehre. Wenn auch Keppler's Ansichten über die Beseelung der Welt und der Erde an gewisse Vorstellungen des Paracelsus und ältern van Helmont's anstreifen, so ist seine ganze Philosophie doch in Prinzip und Methode verschieden von der mystischen und magischen Naturphilosophie seines Zeitalters. Seine Kosmologie ist zu betrachten als eine Fortbildung der echten altgriechischen Philosophie der Pythagoreer im Sinne der neuern durch

*) Das *Novum Organum scientiarum* erschien zuerst 1620 zu London. Galilei hatte sein Fallgesetz zwar schon 1604 entdeckt, aber veröffentlicht wurde es erst durch die Herausgabe der berühmten mathematischen Gespräche und Demonstrationen 1638.

ihn reformirten Astronomie. Seine Abstractionsweise ist vorherrschend nominalistisch und nicht realistisch; er baut seine Welt aus Sternen und nicht aus Begriffen auf. Seine Weltansicht ist durchaus monotheistisch und nicht pantheistisch: er glaubt an den Einen überweltlichen Gott, den Schöpfer des Weltalls, und nicht an den allgemeinen Weltgeist oder eine der Welt inwohnende *natura naturans.* Und unverkennbarer, ausserordentlicher noch als in den Prinzipien erscheint Keppler's Originalität in der Methode. Seine Naturphilosophie ist keine speculative, sondern eine inductive. Mit dem Gefühl eines Selbstdenkers sagt er selbst, ihn unterscheide das von Robert Fludd, dass Jener sich an dunkeln Räthseln ergötze, er aber die in Dunkelheit gehüllte Natur der Dinge an das Licht zu ziehen trachte. Jenes sey die Eigenthümlichkeit der Chymisten, Hermetiker und Paracelsisten, dieses haben die Mathematiker zu eigen. Jener habe seine Lehren aus den Büchern der Alten entlehnt, er aber in dem Buche der Natur selbst gelesen.

Keppler erfand zuerst jene Kunst der Erfahrung, die das Verborgene der Natur zu enthüllen versteht. Als Baco von Verulam das Postulat an die Naturwissenschaften stellte, die Naturgesetze durch Induction zu erforschen, war Keppler schon mit wunderbarer Kühnheit und Sicherheit diesen Weg gegangen. Nicht dem Engländer, sondern dem Deutschen gebührt die Ehre der Entdeckung der wahren Methode in den Naturwissenschaften.

Bacon's Verdienst um die Philosophie und besonders um die Naturwissenschaften ist von Franzosen und Engländern sehr überschätzt worden. Man hat ihn bald für den Erfinder der Methode der Induction, bald für den Gründer der mathematischen Naturphilosophie und der

mechanischen Naturwissenschaften gehalten. Beides mit Unrecht. Denn sowie die Erfindung und erste regelrechte Handhabung der inductorischen Methode Keppler's Werk ist, so hat Galilei die Grundsätze und die ersten Lehrsätze der mechanischen Naturwissenschaft zuerst aufgefunden*). Bacon's Verdienst liegt darin, dass er die Trennung der Wissenschaft vom Autoritätsglauben prinzipiell ausgesprochen und für die Ausbildung der erstern die Induction gefordert hat. Aber er selbst besass keine Theorie der Induction und wusste Induction und Abstraction nicht von einander zu unterscheiden. Nachdem bereits für Keppler und Galilei die Geometrie der Schlüssel zu wichtigen Naturgeheimnissen geworden war, hatte er noch keinen Begriff von der Anwendung dieser Wissenschaft auf die Naturforschung, noch keine Ahnung von dem mathematischen Charakter der Naturgesetze, noch keine Kenntniss davon, dass sich die ganze Physik auf Mechanik gründet. Indessen lässt sich nicht verkennen, dass Bacon's nüchternes Philosophem des Empirismus in England gerade durch die scharfe Trennung von Wissen-

*) Diese Sätze sind folgende:
1) der Grundsatz der Relativität aller Bewegung, das Prinzip der ganzen Phoronemie;
2) die Lehrsätze von der Zusammensetzung der Bewegung, unter denen der wichtigste der segenannte Satz vem Parallelogram der Kräfte;
3) das Fallgesetz, das Gesetz für gleichförmig beschleunigte Bewegung;
4) das Gesetz der parabolischen Wurfbewegung, der Lehrsatz für die Zusammensetzung der gleichförmig beschleunigt. mit der gleichförmigen Bewegung nach dem Parallelogram der Kräfte.

Indem Huygens auf diesem Wege fertgeht, gelangt er zu dem Theorem der Centralbewegung im Kreise.

schaft und Glaube den Boden zur Aufnahme der von Keppler und Galilei gemachten Entdeckungen bereitet hat.

Als Keppler seine drei Gesetze gefunden, hatte er ein weit versteckteres Geheimniss der Natur durchdrungen, als Galilei mit der Entdeckung seines Fallgesetzes. Auch erschienen jene Gesetze ihrem Entdecker noch nicht in dem natürlichen Zusammenhange der Erkenntniss, in dem wir sie heut zu Tage erblicken; er konnte sich den Ursprung dieser für ihn wunderbaren kosmischen Figuren und Zahlenproportionen nicht aus mechanischen Ursachen, sondern nur nach seinen Ideen von Weltharmonie deuten. Die Figur der Planetenellipsen sowie das beständige Verhältniss der Quadrate der siderischen Umlaufszeiten mit den Würfeln der mittleren Entfernungen hatte in der That vor der Entdeckung des Gesetzes der Gravitation den Charakter des Geheimnissvollen und Räthselhaften. Um die Möglichkeit dieser Wunder der Natur begreiflich zu machen, nahm Keppler's Kosmologie ihre Zuflucht zu Endursachen (Zwecken) und damit folgerichtig auch zu der Geistigkeit der wirkenden Ursachen (Kräfte). Nach Newton's Entdeckung zeigte sich, dass die Gesetze Keppler's kein Ausfluss himmlischer Mächte, sondern die nothwendigen Folgen eines allgemeinen Naturgesetzes sind. Was Galilei fand, sind dagegen die ersten Gründe einer ganz neuen Wissenschaft. Die Gesetze Keppler's sind Lehrsätze, die mitten in einem äusserst verwickelten Zusammenhange der Wissenschaft stehen, die Gesetze Galilei's dagegen sind die ersten Anfänge einer Wissenschaft. Wenn man erwägt, dass Keppler's Gesetze eben so gut Naturgesetze sind wie das galilei'sche Fallgesetz, kann es vielleicht befremden, dass Keppler dieselben teleologisch und nicht mechanisch zu erklären versuchte. Allein man muss

bedenken, dass Galilei's Gesetze aus einem Prinzip der Mechanik theoretisch abgeleitet worden waren, während Keppler die seinigen inductorisch aus den Beobachtungen erschlossen hatte, und da er die Abhängigkeit derselben von den Prinzipien der Mechanik nicht kannte, so blieb ihm nichts Anderes übrig als dieselben aus einem teleologischen Prinzip zu erklären. Denn als Lehrsätze (Theoremata) bedurften sie der Zurückführung auf ein wissenschaftliches Prinzip, auf ein Axiom. Galilei's Gesetze dagegen flossen unmittelbar aus dem Grundsatze der Phoronomie und dieser trug als solcher seine wissenschaftliche Selbstständigkeit bei sich. Keppler's theoretische Astronomie und Galilei's Mechanik blieben daher zwei von einander völlig isolirte Wissenschaften, bis Newton beide durch die Entdeckung des Gesetzes der Gravitation in der Mechanik des Himmels vereinigte.

Mit Keppler schliesst nicht nur eine grosse Periode in der Wissenschaft, sondern auch ein merkwürdiger Abschnitt in der Culturgeschichte des deutschen Volkes. Nach dem dreissigjährigen Kriege war Deutschland das Land nicht mehr, das es noch ein Menschenalter zuvor gewesen. Mehr als zwei Dritttheile seiner Bewohner waren durch das Schwert, durch Seuchen und Hunger von der Erde vertilgt. Die dürftigen Trümmer der Bevölkerung waren in materielles Elend und in geistige Verdumpfung versunken. Tausend und aber tausend stattliche Ortschaften, welche das einst so blühende Land bedeckten, waren in Ruinenhaufen verwandelt, die Felder jahrelang nicht bebaut, das Kapital verschwunden, Industrie und Handel vernichtet. Das ganze Volk schien durch ein tragisches Geschick dem Untergange geweiht. Die Nation war nicht mehr fähig, die Geistesproducte ihrer Vorfahren zu ver-

stehen. Keppler's Name war länger als ein Jahrhundert in seinem eigenen Vaterlande fast wie verschollen und die Deutschen mussten erst wieder durch Engländer und Franzosen mit dem Ruhm und den Entdeckungen ihres grossen Landsmanns bekannt gemacht werden. Es ging über ein Jahrhundert vorüber, ehe sich das Volk nur einigermaassen von den Drangsalen eines Kriegs erholte, der die Nation in eine kriegerische Unruhe versetzt hatte wie in den Zeiten der Völkerwanderung. Die nächsten Generationen hatten mit jeder Noth zu ringen, um ihr kümmerliches Daseyn zu fristen. Wohlstand und Geistesbildung mussten von Neuem geschaffen werden. Aber Deutschland erhob sich wie ein Phönix wieder aus der Asche und die Nation nahm zum zweiten Male einen ehrenvollen Platz unter den Culturvölkern des Westens ein.

Anmerkung zu Seite 152.

Mein Freund **Möbius** hat auf meine Bitte die Seite 152 besprochene Genauigkeit der kopernikanischen Marstheorie besonders untersucht und ich theile diese Untersuchung mit einigen geringen Abänderungen hier vollständig mit.

1) Wenn man nach der in Figur 5 angegebenen Construction, wobei zuerst angenommen wird, dass in E die Sonne steht, den Ort eines Planeten, z. B. des Mars, berechnet, so wird dieser im Allgemeinen von dem elliptischen Orte dieses Planeten abweichen. Bis zu welcher Grösse kann diese Abweichung steigen?

Bedeutet α die mittlere Anomalie, e die Excentricität, so ist bis auf die dritte Potenz von e genau die wahre Anomalie

$$v = \alpha + (2e - \tfrac{1}{4} e^3) \sin. \alpha + \tfrac{5}{4} e^2 \sin. 2\alpha + \tfrac{13}{12} e^3 \sin. 3\alpha.$$

Nach der in der Aufgabe bezeichneten Construction wird bloss die erste Potenz von e berücksichtigt und daher $v = \alpha + 2e \sin. \alpha$ gesetzt. Bezeichnet man diesen Werth mit v', so ist der Unterschied zwischen diesem und dem vorigen:

$$v - v' = \tfrac{5}{4} e^2 \sin. 2\alpha + e^3 (\tfrac{13}{12} \sin. 3\alpha - \tfrac{1}{4} \sin. \alpha).$$

Wegen der Kleinheit von e selbst beim Mars kann man hierfür einfach $\frac{5}{4} e^2 \sin. 2\alpha$ setzen. Beim Mars ist (den 1. Januar 1800) $e = 0{,}0932168$. Dies giebt in Bogensecunden ausgedrückt, d. h. mit 206265″ multiplicirt:

$$2e = 10^0\ 40'\ 55'', \quad \tfrac{5}{4} e^2 = 37'\ 20'', \text{ also}$$

$$v = \alpha + 10^0\ 40'\ 55'' \sin. \alpha + 37'\ 20'' \sin. 2\alpha.$$

Berücksichtigt man endlich noch die dritten Potenzen von e, so findet man

$v = \alpha + 10^0\,40'\,13''\ \sin.\alpha + 37'\,20''\ \sin.2\alpha + 3'\,1''\ \sin.3\alpha.$

Demnach könnte die in der Aufgabe gedachte Abweichung etwa bis zu 37' steigen. (Nicht bis zu $37' + 3' = 40'$, da, wenn $\sin.2\alpha = 1$ wird, nicht auch $\sin.3\alpha = 1$ wird.)

2) Welche Differenz entsteht zwischen den Oertern des Mars, wenn in E Fig. 5 nicht die Sonne, sondern der Mittelpunkt der Erdbahn steht?

Es sey Fig. 6 S die Sonne, C der Mittelpunkt der Erdbahn, M der Mars, die $S\Upsilon$, $C\Upsilon$ seyen nach dem Frühlingsäquinoctium gerichtet und N sey der Durchschnitt von $S\Upsilon$ mit CM.

Die wahre Länge des Mars, wie sie von der Sonne aus erscheint, ist $= \Upsilon SM$ und heisse l_s; die wahre Länge des Mars, vom Centrum C der Erdbahn aus gesehen, ist ΥCM und werde mit l_c bezeichnet: Hiernach ist

$$l_c - l_s = \Upsilon CM - \Upsilon SM = \Upsilon NM - \Upsilon SM =$$

dem Winkel bei M. Im Dreieck SCM ist

$$\sin.M = \frac{SC}{CM}\sin.CSM,$$ oder wegen der Kleinheit von M und wegen des nur geringen Unterschiedes zwischen CM und SM:

$$M = \frac{SC}{SM}\sin.CSM.$$

Nun ist, die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne $= 1$ gesetzt, $SC =$ der Excentricität der Erdbahn $= 0{,}0167923$ und $SM =$ der Entfernung des ♂ von ☉, welche im Mittel $= 1{,}523691$. Mit dieser mittlern Entfernung ergiebt sich der Werth von $\frac{SC}{SM} = 37'\,53'' = 37',9$ und es ist

$$CSM = \Upsilon SM - \Upsilon SC = l_s - \Upsilon SC,$$

oder weil die Richtung CS das Perihel der Erdbahn trifft, und weil daher, wenn wir die Länge dieses Perihels $= \pi$ setzen, $\Upsilon SC + 180^0 = \pi$ ist:

$$sin.\ CSM = sin.\ (l_s - \Upsilon SC) = sin.\ (l_s - \pi + 180^0)$$
$$= - (l_s - \pi).$$

Damit wird $M = -37', 9\ sin.\ (l_s - \pi)$

$$= l_c - l_s, \text{ also}$$
$$l_c = l_s - 37', 9\ sin.\ (l_s - \pi),$$

wo in $37', 9\ sin.\ (l_s - \pi)$ wegen der Kleinheit von $37', 9$ statt l_s auch die mittlere Länge gesetzt werden kann.

Es ist ferner, wenn λ die mittlere Länge des Mars und ω die Länge seines Perihels bedeutet:

$$l_s = \lambda + 10^0\ 40', 9\ sin.\ (\lambda - \omega) + 37', 3\ sin.\ 2\ (\lambda - \omega),$$

oder wenn wir die nach des Kopernikus Theorie berechnete wahre Länge $= \lambda + 10^0\ 40', 9\ sin.\ (\lambda - \omega)$ mit l'_s bezeichnen:

$$l_s = l'_s + 37', 3\ sin.\ 2\ (\lambda - \omega), \text{ folglich}$$
$$l_c = l'_s + 37', 3\ sin.\ 2\ (\lambda - \omega) - 37', 9\ sin.\ (\lambda - \pi).$$

Indem also Kopernikus l'_s für die wahre von C aus zu beobachtende Länge des Mars nimmt, so begeht er einen Fehler

$$= - 37', 3\ sin.\ 2\ (\lambda - \omega) + 37', 9\ sin.\ (\lambda - \pi).$$

Das erste Glied dieses Fehlers, $- 37', 3\ sin.\ 2\ (\lambda - \omega)$, welches von der Vernachlässigung des Quadrats der Excentricität herrührt, ist am grössten, nämlich

$= - 37',3$ für $2(\lambda - \omega) =$	90^0, also für $\lambda - \omega =$	45^0, d. i. für $\lambda = \omega + 45^0 =$	$17^0\ 23'$
$+ 37,3$	270^0	135^0	$107^0\ 23'$
$- 37,3$	$360^0 + 90^0$	225	$197^0\ 23'$
$+ 37,3$	$360^0 + 270^0$	315	$287^0\ 23'$

weil $\omega = 332^0\ 23'$ und daher $\omega + 45^0 = 377^0\ 23' = 17^0\ 23'$ ist u. s. f.

Für diese vier Werthe von λ wird $\lambda - \pi = 377^0\ 23' - 99^0\ 30'$

	log. sin. $(\lambda - \pi)$	*log.* 37,9 *sin.* $(\lambda - \pi)$	37,9 *sin.* $(\lambda - \pi)$
$= 277^0\ 53'$	9.99588_n	$1,57452_n$	$= - 37,5$
$7^0\ 53'$	9.13722	$0,71586$	$+ 5,2$
$97^0\ 53'$	9.99588	$1,57452$	$+ 37,5$
$187^0\ 53'$	9.13722_n	$0,71586_n$	$- 5,2$

log. 37,9 ... 1,57864

Ist also der von der Vernachlässigung von e^2 herrührende Theil des Fehlers am grössten, nämlich $= \mp 37',3$, so ist der Totalfehler (freilich nur annäherungsweise genau)

$$
\begin{array}{llr}
- 37',3 - 37',5 = - 1^0\,14',8 & \text{und findet statt für } \lambda - \omega = \alpha = 45^0 \\
+ 37,3 + 5,2 = + 42,5 & 45^0 + 90^0 \\
- 37,3 + 37,5 = + 0,2 & 45^0 + 2.90^0 \\
+ 37,3 - 5,2 = + 32,1 & 45^0 + 3.90^0.
\end{array}
$$

3) Endlich wird diese Abweichung von dem wahren elliptischen Orte noch dadurch vergrössert, dass Kopernikus bei der Theorie der Erde die einfache Excentricität statt der Bisection derselben annimmt. Setzt man nämlich mit Kopernikus die Excentricität der Erdbahn $=$ 0,036, so ist

$$\frac{SC}{SM} = 1^0\ 23'\ 2''.$$

Hierdurch steigt der Totalfehler an der ersten Stelle, d. i. für $\lambda - \pi = 277^0\ 53'$ auf $-\ 2^0$.

Zweiter Theil.

Johann Keppler und David Fabricius.

Geschichtlich giebt es nur zwei Hauptquellen der theoretischen Astronomie: die eine ist der Almagest des Ptolemäus, die andere Keppler's Commentar über den Stern Mars. Das Werk des Kopernikus enthält keine neue Theorie der Planetenbewegung, sondern nur eine Umformung der ptolemäischen im Sinne der heliocentrischen Hypothese. Der Gang der Berechnung der Planetenörter ist bei Kopernikus der nämliche wie bei Ptolemäus. Die ptolemäische Sternkunde ruht ganz und gar auf Grundsätzen der aristotelischen Naturphilosophie. Sie setzt die gleichförmige Kreisbewegung der Gestirne wie ein naturphilosophisches Axiom voraus und wendet dasselbe vermittelst des excentrischen Kreises und des Epicykels auf die Himmelsbeobachtungen an. Keppler, beseelt von dem ganz entgegengesetzten Geiste der inductiven Naturphilosophie, verwirft die Erklärung des Sternenlaufs aus speculativen Voraussetzungen und sucht die Figur der Bahn sowie das Gesetz der Bewegung des Planeten durch dieselbe der Natur selbst abzufragen. Von da an verschwinden der Epicykel und der Aequant aus der theoretischen Astronomie und ganz andere geometrische und physische Vorstellungen treten an deren Stelle.

Diese Reformation der Sternkunde ist zwar einzig und allein durch Keppler bewirkt worden, aber die Aufgabe: die Theorie der Sternkunde zu demselben Grade

der Genauigkeit zu erheben, den die Beobachtungen besassen, schwebte schon Tycho und seiner Schule vor. Auch nachdem diese über ganz Deutschland, Holland und Dänemark ausgebreitete Schule durch Tycho's Tod ihr Haupt und ihren Mittelpunkt verloren hatte, arbeiteten noch immer einzelne Glieder derselben an der Realisirung einer Idee, durch die einst in den stillen Räumen der Uranienburg eine rastlose Thätigkeit hervorgerufen und zwanzig Jahre unterhalten worden war. Bei den grossen und raschen Erfolgen von Keppler's Genie hat man die auf dasselbe Ziel gerichteten Bestrebungen und Leistungen der tychonischen Schule fast ganz übersehen, und es sind bisher Arbeiten dieser Schule, die denen Keppler's parallel laufen und, wenn auch nicht ohne seine Einwirkung, fast gleichzeitig mit ihm auf anderm Wege an demselben Ziele anlangen, der Geschichte gänzlich verborgen geblieben. Für den Ruhm dieser Schule ist nicht bloss Keppler's Alles überflügelnde Thätigkeit und Genialität, sondern auch seine persönliche Stellung zu ihr von Nachtheil gewesen. Obwohl äusserlich ein Angehöriger der neuen Uranienburg zu Prag, stand er doch in seinen Ansichten und Gesinnungen dem Tycho fern und war schon als Kopernikaner ein Antipode seiner Schule. Bereits zwischen Tycho und ihm war es zu Misshelligkeiten gekommen. Longomontanus und Tengnagel setzten die Fehde fort und trieben die Spannung zum völligen Bruch. Um so merkwürdiger ist die Verbindung Keppler's mit einem Manne aus dieser Schule, welche acht Jahre lang mit einer Innigkeit und Vertraulichkeit bestand, wie man sie nur zwischen Männern finden kann, die ohne Neid und Eifersucht nach Einem grossen wissenschaftlichen Ziele streben. Dieser Mann war David Fabricius.

David Fabricius, 1564 in ein und demselben Jahre mit Galilei in der Stadt Esens geboren, war 7 Jahre älter als Keppler. Von seinem Leben ist nur wenig bekannt. Tjaden erzählt in dem ersten Bande seines gelehrten Ostfrieslands (Aurich 1785), dass Fabricius von dem berühmten Astronomen Hier. Lampadius in Braunschweig in den mathematischen Wissenschaften und selbst in der Theologie unterrichtet worden sey. Aus seinen eigenen Bemerkungen in seinem *Calendarium* geht nur so viel hervor, dass Lampadius ihm Unterricht in den Anfangsgründen der Astronomie ertheilt habe. 1584 wurde er, erst 20 Jahre alt, Pfarrer zu Resterhafe. Aus der von Philander von Weistritz aus dem Dänischen übersetzten Lebensbeschreibung des berühmten und gelehrten dänischen Sternsehers Tycho von Brahe ersieht man, dass Fabricius im Jahre 1597 oder 98 beim Tycho war, als dieser in Wandsbeck (*Wandesburg*) bei dem Grafen Heinrich Ranzow sich aufhielt. Im *Aequinoctium* des Herbstes 1599 schreibt Tycho aus Prag an Longomontanus unter Anderem: „M. David Fabricius von Ostfriesland, den Du, da er auf Wandesburg bei mir war, gesehen hast, und gross Vergnügen in diesen Wissenschaften findet, glaube ich, kömmt auch zu mir, sowohl mein Cabinetspriester zu seyn, als auch mir in den Wissenschaften, worin ich ihn unterwiesen habe, behilflich zu seyn.“ Fabricius reiste in der That am 1. Mai 1601 nach Prag ab, kam aber schon den 1. Juli wieder zurück. Es scheint nicht seine Absicht gewesen zu seyn, in Prag zu bleiben, denn er hatte zugleich einen Auftrag von seinem Herrn, dem regierenden Grafen von Ostfriesland, Enno III., an den Gesandten in Prag, den Kanzler Thomas Francius übernommen. Zu dieser Reise erhielt er von dem Grafen 100 Gemeinthaler (55 Thlr. 13 Ggr.

4 Pf.), wie er in seinem *Calendarium* selbst berichtet. 1602 flüchtete er vor den Waffen der Holländer von Resterhafe in die Stadt Esens. 1603 erhielt er die Predigerstelle von Osteel, wo er den 7. Mai 1617 von einem seiner Pfarrkinder Abends auf einem Spaziergange in der Nähe seiner Wohnung meuchlings ermordet wurde. Er und sein Sohn Johann, der wohl in Gemeinschaft mit seinem Vater zuerst die Sonnenflecken beobachtete, sollen in den Gestirnen gelesen haben, dass dieser Tag ein verderblicher für ihn seyn werde.

Sein Landsmann Gittermann, der in der Encyklopädie von Ersch und Gruber sein Leben beschrieben hat, führt folgende Werke von ihm an:

1) Eine Karte von dem alten Emden (1599), befindet sich noch jetzt auf dem Rathhause zu Emden.

2) Ein astronomisches Werk (1603), deutsch zu Hamburg erschienen, enthält unter andern auch die Beobachtungen des neuen Sternes im Ophiuchos. (S. *Kepl., De Stella nova etc. p.* 59 *sqq.)*

3) Eine Chronik von Ostfriesland.

4) Eine Karte von Friesland.

5) Ein Kalender.

6) *Epistolae ad Keplerum.*

7) *Calendarium Historicum,* ein Manuskript, das sich auf der landschaftlichen Bibliothek zu Aurich befindet. Am Schlusse dieses Kalenders sind einige Tabellen angehängt, die Beobachtungen des Fabricius enthalten. Sie führen folgende Ueberschriften:

Observationes. aliquot stellarum planetarumque factae a me ao 1595.

Observationes aliquot astrologicae D. Fabricii ab exper. sumptae.

Declinationes asc. r. longit. et latitud. stellarum p. ci-puarum a me Davide Fabricio calculo inventae.

Distantiae stellarum praecipuarum diligenter Semisextante sumptae, ex quibus decl. et asc. r. eruitur.

Observationes motus ♂ exactae et diligenter anno 1595 *factae p. Sext. et Quadr.*

Dieses Manuskript hat Olbers in den Händen gehabt. Aber das unter Nr. 6 genannte Manuskript, der Originalbriefwechsel zwischen Keppler und Fabricius, unstreitig das wichtigste historische Dokument für die Geschichte der Entdeckung der elliptischen Planetentheorie, ist bisher noch von Niemand untersucht worden. Dieser Codex, ein kostbares Besitzthum der Centralsternwarte von Pulkowa, bildet einen integrirenden Bestandtheil der kepplerschen Manuskriptensammlung. Die Hauptsammlung der kepplerschen Manuskripte besteht aus 20 in weisses Pergament gebundenen Folianten. Von dieser Sammlung sind in Pulkowa nur 16 Bände vorhanden. Vier Bände, Vol. VI., VII., VIII., XII., sind von Hansch zur Herausgabe der *Epistolae ad Keplerum, insertis ad easdem responsionibus, opus ex manuscriptis editum Lipsiae* 1718 *fol.* benutzt worden und befinden sich auf der kaiserlichen Bibliothek in Wien. Der Briefwechsel des Fabricius mit Keppler ist in Vol. X enthalten. Dieser über 400 Folioseiten starke Codex enthält im Ganzen 49 Briefe, davon sind 39 von David Fabricius, einer von Johann Fabricius, die übrigen von Keppler.

Es ist nicht leicht, dem Gedankengange des Fabricius in seinen Briefen zu folgen. Seine Handschrift, im hohen Grade unleserlich, gleicht einer Hieroglyphenschrift, die man nur mit Mühe entziffern kann. Und nicht bloss seine Handschrift, sondern auch ihr Inhalt ist voller Räthsel.

Seine Ideen trägt er ohne Ordnung, ohne Vollständigkeit und nicht selten ohne Klarheit vor. Seine Figuren, mit Nachlässsigkeit entworfen, bilden seine Vorstellungen öfters falsch ab. Die Exposition seiner eigenen Planetentheorie ist so fragmentarisch und so undeutlich, dass selbst Keppler erst nach Jahr und Tag sich in dieselbe fand. Nichts davon hat er ausgeführt, Alles nur angedeutet. Ueberhaupt contrastirt die Unruhe seiner Darstellung auffallend mit der classischen Ruhe und Klarheit, die in Keppler's Briefen herrscht.

Bei alle dem benachrichtigte ihn Keppler, so oft er ihn auch das Uebergewicht seines Geistes fühlen liess, doch mit der zuvorkommendsten Bereitwilligkeit von jedem Schritte, den er bei seinen astronomischen Entdeckungen vorwärts that. Die innige Verbindung dieser beiden so verschiedenartigen Männer gründete sich darauf, dass Beide Eins und Dasselbe suchten. Das Band zerriss, sobald das Gesuchte gefunden war. Das Aufsehen, welches Keppler bei seinen Zeitgenossen erregte, gründete sich zum grossen Theil auf etwas ganz Anderes, als das, was sein Andenken der Nachwelt erhalten hat. Man bewunderte die ingeniöse Art und Weise, wie er sich der Aufgaben der Mathematik, Optik und Astronomie bemächtigte. Den grössten Beifall fanden solche Arbeiten von ihm, denen wir jetzt nur einen untergeordneten Werth beilegen, wie seine Untersuchungen über das wahre Geburtsjahr Christi, den neuen Stern im Fusse des Schlangenträgers u. dergl. Die Untersuchungen über die Bewegung des Mars staunte man vielleicht an, aber man hielt sie mehr für abenteuerliche Speculationen und selbst Mästlin scheint sie nicht begriffen und beachtet zu haben. Der Einzige, der sie gehörig würdigte und in das Laby-

rinth dieser verwickelten Untersuchungen selbst folgte, war David Fabricius. Ihm war jedoch, und auch darin zeigt er eine gewisse geistige Verwandtschaft mit Keppler, die Ergründung der wahren Theorie der planetarischen Bewegung nicht Selbstzweck, sondern nur ein Mittel zum Zweck. Aber während Keppler der enthüllten Himmelsgeheimnisse zur Begründung einer grossartigen astronomischen Weltansicht bedurfte, so war des Fabricius Zweck kein anderer als die Astrologie und die genauere Berechnung des Horoskops. Die Ungewissheit über den Stand des Mars in dem Horoskop des ostfriesischen Kanzlers Thomas Franzius hielt sein Interesse vorzugsweise bei der Theorie dieses Planeten fest.

Man hat gegenwärtig Mühe, sich einen richtigen Begriff von der Verwickelung der Aufgabe zu machen, die Keppler löste. Man muss auf die Constructionen des Ptolemäus, Kopernikus, Tycho de Brahe und Longomontanus zurückgehen; man muss sich mit all den falschen Annahmen bekannt machen, auf die sich diese Constructionen gründen, um die Schwierigkeiten der Sache in ihrem ganzen Umfange zu würdigen. Der Zustand der Wissenschaft war durch die Beobachtungen und Arbeiten des Tycho de Brahe nur noch schwankender geworden. Mästlin schrieb 1597 an Keppler, Tycho habe von der bisherigen Astronomie kaum einen Schatten übrig gelassen und es stehe jetzt nur das Eine fest, dass man in astronomischen Dingen nichts wisse.

Als Keppler, so erzählt Gassendi, zum Tycho nach Benatek kam, war Longomontanus hauptsächlich mit dem Monde beschäftigt. Nichtsdestoweniger corrigirte er gerade damals die Marstheorie, weil am 29. Januar Mars in seiner Opposition mit der Sonne im 9. Grad des Löwen

beobachtet worden war, und man einen Entwurf *(adumbratio)* der Theorie des Mars sowie der übrigen Planeten schon aus Dänemark mitgebracht hatte. Keppler, dessen Wunsch es war, aus den tychonischen Beobachtungen die Excentricitäten und verhältnissmässigen Abstände der Planeten *(veras correctasque Eccentricitates proportionesque orbium)* kennen zu lernen, und das besonders beim Mars, den schon Plinius ein *Sidus inobservabile* genannt hatte, freute sich sehr, dass ihm Gelegenheit geboten war, das Gewünschte zu erfahren und eine Probe über die Richtigkeit seiner kosmographischen Meditationen anzustellen. Es wurde damals gerade die Tafel der mittleren Oppositionen von 1580 bis 1600 verbessert und man hatte eine Hypothese ausgedacht, welche dieselben in der Länge bis auf ungefähr 12 Minuten genau *), d. i. fünf- bis sechsmal genauer als die Theorie des Kopernikus darstellte. Darauf hatte man eine Tafel der mittlern Bewegungen gegründet zugleich mit den Gleichungen und sowohl die mittlere Bewegung des Apogäums als die der Knoten auf 40 Jahre abgeleitet. Aber mit den Breiten kam man in den Oppositionen nicht so glücklich zu recht und es beschäftigte den Longomontanus damals gerade dieser Gegenstand sowie die jährliche Parallaxe *(orbis annui Parallaxis)*. Keppler vermuthete deshalb, die Hypothese sei nicht richtig angenommen und die Sache könne vielleicht besser mit dem stimmen, was er schon in seinem *Mysterio Cosmographico* angenommen hatte, und er fieng daher mit Longomontan und Tycho zu untersuchen an,

*) Die Angabe von 2 Minuten, welche sich in Gassendi's Leben des Tycho de Brahe findet und die Delambre in seiner Geschichte der Astronomie wiederholt, beruht jedenfalls auf einem Schreib- oder Druckfehler bei Gassendi.

ob eine andere Hypothese gefunden werden könne, welche so vielen excentrischen Oertern des Planeten genüge und ob jene falsch seyn könne, die dieses mit solcher Genauigkeit durch den ganzen Umkreis des Zodiakus leiste. Er erhielt deshalb vom Tycho die ganze Reihe von Marsbeobachtungen zur Einsicht ausgeliefert mit der Erlaubniss, sie nach seinem Plane und seinen Ansichten zu benützen. Während seines kurzen Aufenthaltes in Benatek konnte jedoch diese Sache nicht erledigt werden.

Da Keppler gleich in den ersten acht Tagen seiner Anwesenheit beim Tycho bemerkte, dass dieser ebenso wie Ptolemäus und Kopernikus annahm, dass die Planeten in ihren Ungleichheiten nicht die scheinbare, sondern einfache oder mittlere Bewegung der Sonne berücksichtigen, während er in seinem *Mysterio Cosmographico* das Gegentheil behauptet hatte, so fieng er die Sache jetzt zu untersuchen an; und obschon er diesen Punkt vor seiner Abreise nicht ganz in's Reine brachte, so war er doch die Veranlassung, dass Longomontanus später bei der Ausbildung der Mondtheorie gewahr wurde, die monatliche Ungleichheit des Mondes sey der wahren und nicht der einfachen Sonnenbewegung angepasst. Auch fand er, als er die Theorie des Mars, der Venus und des Merkur untersuchte, was Tycho selbst schon 9 Jahre früher geahnet hatte, dass die in den *Progymnasmatis* angegebene Excentricität der Sonnenbahn zu verkleinern, und ein Theil derselben dem *Circulo Aequatorio* zuzutheilen sey, so dass gleiche Bogen des Sonnenkreises durch ungleiche Zeiten gemessen werden.

Diese Erzählung giebt ein treues Bild von dem Zustande, in welchem die Aufgabe der Erforschung der wah-

ren Planetentheorie aus den Händen von Tycho und Longomontanus in die von Keppler überging.

Nach dem Verfahren von Ptolemäus, Kopernikus und Tycho de Brahe wurde die Bahn eines oberen Planeten aus drei beobachteten Oppositionen desselben (*ex tribus Acronychiis*) bestimmt. Von der Möglichkeit dieses Verfahrens kann man sich auf folgende Weise einen Begriff machen. Gesetzt, es sey der Mars zweimal, das eine Mal in dem Zeitaugenblick T_0 und das andere Mal in dem Zeitpunkte T_1 in seiner Opposition mit der Sonne beobachtet worden und zur Zeit T_0 sey sein Ort genau in dem Aphelio selbst: so ziehe man Fig. 7 durch die Sonne S die Apsidenlinie ASP und mache Winkel ASD gleich dem Unterschied der heliocentrischen Länge des Mars zur Zeit der ersten und zur Zeit der zweiten Beobachtung. Alsdann nehme man SC beliebig an und mache $SF = 2\,SC$, so ist F das *Punctum aequatorium*, von dem aus die Bewegung des Planeten gleichförmig erscheint oder an dem die mittlere Anomalie gemessen wird. Wäre nun z. B. die Zwischenzeit zwischen T_0 und T_1 gleich dem fünften Theil der Umlaufszeit, so mache man Winkel $AFD = \frac{1}{5} \cdot 360^0 = 72^0$, ziehe von D, dem Durchschnittspunkte der SD mit der FD die DC und beschreibe mit dieser als Halbmesser um C den Kreis ADP, so ist dieser die zu bestimmende Planetenbahn und $\frac{SC}{CD} = \frac{SC}{CA}$ deren Excentricität. Da nun aber die Lage der Apsidenlinie erst gefunden werden soll, so braucht man drei Oppositionen (*tria Acronychia*). Diese drei Beobachtungen seyen zu den Zeiten T_1, T_2 und T_3 angestellt worden und die Zwischenzeit zwischen T_1 und T_2 sey grösser als die zwischen T_2 und T_3, so nehme man zuerst an, das Aphe-

lium treffe mit dem zur Zeit T_1 beobachteten Ort des Planeten zusammen, bestimme hierauf wie vorhin die Bahn vermittelst der zweiten Beobachtung zur Zeit T_2 und berechne aus der gefundenen Bahn den Ort des Planeten zur Zeit T_3. Stimmt der berechnete mit dem beobachteten Ort zusammen, so ist die Annahme richtig und die Bahn gefunden. Wenn aber Beobachtung und Rechnung von einander abweichen, so corrigirt man die erste Beobachtung um den Betrag dieser Abweichung und bestimmt hierauf abermals die Bahn. Stimmt auch jetzt für die Zeit T_3 Beobachtung und Rechnung noch nicht zusammen, so wiederholt man dies Verfahren so lange, bis die Rechnung die dritte Beobachtung richtig darstellt. Dieses Verfahren besteht in einer Reihe von Versuchen, die sich nur allmälig dem Gesuchten nähern.

Mit der nach dieser Methode auf der Uranienburg entworfenen Marstheorie wollten sich vor allem die jährlichen Parallaxen nicht vereinigen lassen. Dieser Umstand, der die Tychonianer nicht wenig beunruhigte, erregte besonders die Aufmerksamkeit Keppler's und er vermuthete, dass der Grund davon in einer fehlerhaften Bestimmung der Excentricitäten liegen möchte.

Wie sowohl die Excentricität der Erdbahn als auch die der Marsbahn mit der jährlichen Parallaxe des Mars (dem Unterschied seiner heliocentrischen und geocentrischen Länge) zusammenhängt, sieht man am einfachsten so:

1) Es sey Fig. 8 S die Sonne, C der Mittelpunkt der Erdbahn, SC die Excentricität der Erdbahn $= 0{,}018$, M der Mittelpunkt der Marsbahn, SM die Excentricität der Marsbahn und der Mars sey in P in seiner Opposition mit der Sonne beobachtet worden. Nach Verlauf sei-

ner siderischen Umlaufszeit steht der Mars wieder in *P*, die Erde in *T* und die jährliche Parallaxe des Mars ist alsdann *SPT*. Nach Tycho de Brahe aber, der nicht die Bisection der Excentricität, sondern die einfache Excentricität der Erdbahn annahm, war nicht *C*, sondern der Punkt *B* der Mittelpunkt der Erdbahn (dessen Abstand von der Sonne = 0,036) und die Erde würde sich demnach auf dem punktirten Kreise bewegen. Da nun nach dieser Theorie der Mittelpunkt *B* zugleich das *Punctum aequatorium* ist, so würde also die Erde zur Zeit der zweiten Beobachtung nicht in *T*, sondern in *K* stehen, und es wäre nach dieser Hypothese die *Parallaxis orbis annui* (der Unterschied der heliocentrischen und geocentrischen Länge des Mars) = *SPK* und der Halbmesser der Erdbahn = *BK*. Die Beobachtungen gaben aber die *Parallaxis orbis annui* = *SPT* und den Halbmesser = *BT*. Die Erdbahn schien sich also verkleinert zu haben.

2) Macht man *N* anstatt *M* zum Mittelpunkte der Marsbahn, so steht zur Zeit der ersten Beobachtung der Mars nicht in dem Punkte *P*, sondern in dem Punkte *Q* und die *Parallaxis orbis annui* würde dann, vorausgesetzt, dass die Theorie der Erde schon berichtigt wäre, *SQT* seyn, während sie nach den Beobachtungen *SPT* ist.

3) Ist aber die Theorie der Erde noch nicht berichtigt, so erhält man Winkel *SQK* als jährliche Parallaxe.

4) Wenn man endlich wie Tycho de Brahe die Excentricität nicht von der Sonne, sondern vom Mittelpunkte der Erdbahn aus rechnet, so kommt noch eine neue Fehlerquelle für die Bestimmung dieses Winkels zu den vorigen hinzu.

Tycho de Brahe war in der That geneigt, eine wechselsweise Ausdehnung und Zusammenziehung der Erdbahn

anzunehmen. Er schrieb 1598 in seinem ersten Briefe an Keppler: „Die Erdbahn nach Kopernikus oder der Epicykel nach Ptolemäus scheint nicht immer dieselbe Grösse zu haben, vielmehr zeigen die Beobachtungen der drei obern Planeten eine Veränderung derselben ganz deutlich an, die dadurch entstehende Winkeldifferenz steigt beim Mars sogar bis auf 1 Grad 45 Minuten.“ Als Keppler diese seltsame Sache vernahm, so flüsterte ihm, wie er sich selbst ausdrückt, sein Genius zu, dies Phantasma entstehe daher, dass die Erdbahn nicht überall gleichweit von dem Punkte abstehe, um den die Erde in gleichen Zeiten gleiche Winkel beschreibe. Es schien ihm dies eine erwünschte Gelegenheit, den Aequanten auch in die Theorie der Erde einzuführen.

Eine fehlerhafte Bestimmung der Excentricität der Erdbahn konnte für die Berechnung der Planetenörter nicht ohne Folgen seyn. Denn 1) wurde dadurch das Apogäum des Planeten unrichtig, 2) die Entfernung der Erde von der Sonne, da die Excentricität mit in die Entfernungen eingeht, oder mit anderen Worten, da der *Radius Vector* eine Function der Excentricität ist und somit 3) auch die geocentrische Länge des Planeten. Der Fehler, der in der alten ptolemäischen Sonnentheorie verborgen lag, vermischte sich also mit der Theorie der Planeten und es kamen so Tycho und Fabricius auf die Idee, dass in der Bewegung des Mars ausser seiner eigenen Ungleichheit noch eine andere enthalten sey, die von der Excentricität des *orbis annuus* oder von dem Umlaufe der Sonne abhänge. Tycho verfolgt diese Idee in seinen Briefen Tom. I. p. 209 und Fabricius in zwei Briefen an Keppler vom 8. Decbr. 1602 und vom 1. Febr. 1603. Die Entdeckung jenes Fehlers in der bisherigen Sonnentheorie

war für Keppler der erste Schritt zur Ergründung der Gesetze der planetarischen Bewegung.

Die Bestimmung der Elemente der Sonnenbahn, oder mit Kopernikus zu reden, der Erdbahn, d. h. die Bestimmung der Jahreslänge, des Apogäums und der grössten Mittelpunktsgleichung gründete sich vor Keppler auf blosse Sonnenbeobachtungen. Nach diesem Verfahren konnte man die Excentricität nur aus der grössten Mittelpunktsgleichung finden und man hieng dabei von zwei willkührlichen Annahmen (einmal über die Figur der Bahn und dann über das *Punctum aequatorium)* ab. Die Frage nach der wahren Excentricität der Erdbahn war daher zu Keppler's Zeiten noch eine schwebende. Um sie zu einer sichern Entscheidung zu führen, verband er Marsbeobachtungen mit den Sonnenbeobachtungen. Ein Marsort, dem drei verschiedene Oerter der Erde (oder der Sonne) entsprachen, führte ihn zu einer genauen Kenntniss der Erdbahn. Das Resultat war die Bisection der Excentricität der Erdbahn, d. h. die Nachweisung, dass die Excentricität der Erdbahn in der That nur halb so gross sey, als man sie von Ptolemäus bis auf Tycho angenommen hatte, ein Resultat, das er ohne Zuziehung des Mars nicht gefunden haben würde.

Die Methode, die Erdbahn von zwei Standpunkten (der Sonne und dem Mars) aus aufzunehmen, war originell und erregte die Bewunderung der Tychonianer, obgleich sie von diesen nicht gehörig begriffen wurde. Es hieng damit etwas Anderes unmittelbar zusammen. Denn nachdem die Grösse und Lage der Erdbahn gegeben war, war auch die jedesmalige Standlinie gegeben, von der aus man die Entfernung des Mars an jeder Stelle seiner Bahn messen konnte. Die Messung dieser Entfernungen beruhte

auf dem ingeniösen Kunstgriff, den Mars zweimal an ein und derselben Stelle seiner Bahn zu beobachten, wozu weiter nichts, als die Kenntniss seiner siderischen Umlaufszeit gefordert wird. Diese Messung der Entfernungen des Mars war der Schlüssel zur Entdeckung der wahren Figur seiner Bahn, die Basis der Messungen war aber die neue Sonnentheorie Keppler's, denn durch diese wurde es nun möglich, die zweite Ungleichheit von der ersten rein abzusondern und die letztere für sich ohne Einmischung der andern zu untersuchen.

Neben der neuen Sonnentheorie Keppler's muss noch etwas Anderes genannt werden, wovon ebenfalls keiner der früheren Astronomen eine Ahnung hatte und was von nicht minderer Wichtigkeit für die Umgestaltung der Theorie der Sternkunde war. Es war wie eine Inspiration, dass Keppler im Widerstreit mit der ganzen bisherigen Astrononie die Bewegung der Planeten nicht mehr auf den mittleren, sondern auf den wahren Sonnenort bezog. Durch diese Beziehung der Planetenbewegung und der Lage der Bahnebenen auf den wahren anstatt den mittlern Sonnenort wurde der Bau des Planetensystems ein ganz anderer. Dadurch erklärten sich mit einem Male die Breiten der Planeten einfach und leicht, deren Erklärung fast unüberwindliche Schwierigkeiten darbot, so lange man annahm, dass die Ebenen der Planeten nicht in der Sonne selbst, sondern im Mittelpunkte der Erdbahn zusammentreffen.

Man bewundert wohl die Kunst des Astronomen, durch die er im Stande ist, die Oerter der Gestirne für Vergangenheit und Zukunft zu berechnen. Aber etwas Anderes ist es, diese Kunst zu verstehen und zu üben, etwas Anderes, sie zu erfinden. Das Letztere hat Keppler

in der That gethan. Diese Erfindung war kein glücklicher Griff, sondern das Resultat einer mühevollen fünfjährigen Forschung auf einem Wege, auf welchem erst jeder Schritt gebahnt werden musste. Den Anfang dazu machte er mit einer Erweiterung und Verbesserung jener oben beschriebenen ptolemäischen Methode der Bahnbestimmung, welche sich auf Beobachtungen des Planeten in den Oppositionen gründet. Jene Methode beruht einerseits auf der Annahme der Kreisform der Planetenbahn, andererseits auf der Hypothese, dass der andere Mittelpunkt, das *Punctum aequatorium*, von dem Mittelpunkte der Bahn eben so weit absteht, als dieser von der Sonne (oder, wenn man die Planetenbewegung auf den mittleren Sonnenort bezieht, von dem Mittelpunkte der Erdbahn). Keppler bediente sich dagegen einer Methode, welche nur die Kreisform der Bahn voraussetzt und von der willwührlichen Annahme der Lage des *Punctum aequatorium* völlig unabhängig ist. Da hier ausser dem Aphelium und der Excentricität auch noch das *Punctum aequans* zu bestimmen war, so reichten drei Oppositionen zur Berechnung der Bahn nicht hin. Keppler verband deshalb vier in den Oppositionen beobachtete Oerter des Mars unter der Voraussetzung mit einauder, dass diese Oerter die Winkelpunkte eines Sehnenvierecks im Kreise bilden. Hierbei musste die Lage der Apsidenlinie versuchsweise angenommen und so lange geändert werden, bis die berechneten Längen mit den beobachteten zusammenstimmten. Keppler theilte diese Methode dem Fabricius bereits den 2. Dcbr. 1602 mit. Nach 70 mühsamen Versuchen gelangte er in der That zum Ziel. Das Resultat war eine ungleiche Theilung der Excentricität, wobei der Abstand des Mittelpunkts der Bahn von der Sonne 0,11332, der

Abstand des *Punctum aequans* vom Mittelpunkte der Bahn 0,07232 und die ganze Excentricität des Aequanten 0,18564 betrug. Keppler nannte dies die stellvertretende Hypothese *(Hypothesis vicaria)*, weil er sich ihrer subsidiarisch zur Berechnung der heliocentrischen Längen bediente. Es lagen ihm nämlich in der tychonischen Beobachtungsreihe des Mars 12 beobachtete Oppositionen vor, welche alle bis auf 1 oder 2 Minuten mit der Hypothese übereinstimmten. Aber sie gab die Längen ausser den Oppositionen falsch und vergrösserte die Fehler in den Breiten; beides deshalb, weil sie die Entfernungen oder die *Radii Vectores* des Mars unrichtig angab.

Man kann den *Radius Vector*, obwohl nicht mit hinreichender Genauigkeit, auch aus den in den Oppositionen beobachteten Breiten finden. Man hat bei dieser Aufgabe ein auf der Ebene der Ekliptik senkrecht stehendes ebenes Dreieck aufzulösen, in welchem eine Seite, die Entfernung der Erde von der Sonne und die beiden anliegenden Winkel, der eine, die geocentrische Breite, durch Beobachtung, der andere, die heliocentrische Breite, durch Rechnung gegeben sind. Dies Letztere setzt die Lage der Bahnebene, d. i. die Länge der Knotenlinie und die Neigung der Bahn, als bekannt voraus. Die Länge der Knotenlinie lässt sich aus Oppositionsbeobachtungen ableiten, die in der Nähe des Knoten, in welchem die heliocentrische sowohl als geocentrische Breite zugleich = 0 werden, angestellt sind. Die Neigung der Bahn findet man, wenn man den Planeten zur Zeit beobachtet, da die Erde in der Knotenlinie desselben steht, d. i., wenn die Sonnenlänge der Knotenlänge genau gleich ist *). Bei dieser

*) S. Schubert's theoretische Astronomie. Zweiter Theil. §. 101. 102. Bohnenberger's Astronomie §. 176.

Untersuchung bot die Lage der Marsbahn einen besondern Vortheil dar. Da nämlich bei dieser die Apsidenlinie fast senkrecht auf der Knotenlinie steht, so wählte Keppler solche Oppositionen, bei denen sich der Planet an der Grenze seiner Breite und zugleich in seinen Apsiden befand. Als er nun auf diese Weise die heliocentrische Entfernung des Mars im Aphel sowie im Perihel berechnet hatte, fand er die Excentricität = 0,08.

Etwas Aehnliches kündigten auch die jährlichen Parallaxen an. Man beobachte den Mars, wenn er sich in seinem Aphel befindet, so kennt man die geocentrische Länge und, da die Lage der Apsidenlinie bekannt ist, auch die heliocentrische Länge desselben, mithin auch den Unterschied beider, d. i. die jährliche Parallaxe. Da man nun für die Zeit der Beobachtung aus der Sonnentheorie auch den *Radius Vector* der Erde kennt, so kann man den Abstand des Mars von der Sonne in der Sonnenferne berechnen. Auf dieselbe Weise findet man auch seinen kürzesten Abstand in der Sonnennähe. Beides zusammen giebt den Durchmesser der Bahn. Durch dieses Verfahren fand Keppler den Abstand des Mittelpunkts von der Sonne etwa halb so gross, als die *Eccentricitas tota* der stellvertretenden Hypothese. Es blieb also kein Zweifel mehr, dass die stellvertretende Hypothese die *Eccentricitas eccentrici* zu gross gebe. Auch ersah er jetzt, dass es in der Apsidenlinie keinen festen Punkt gebe, um den die Bewegung gleichförmig ist, weil die Entfernung dieses Punktes vom Mittelpunkte bald grösser, bald kleiner gefunden wird. Er war daher genöthigt, den geometrischen Ausgleichungspunkt, den Aequanten, ganz aufzugeben, und an dessen Statt etwas Anderes zu suchen, wodurch sich die mittlere Anomalie darstellen liess. Dies war sein

erstes Gesetz, welches heut zu Tage nicht nach der Zeit seiner Entdeckung, sondern nach der Stelle seiner Anwendung auf die Berechnung der Bewegung der Himmelskörper gewöhnlich das zweite Keppler'sche Gesetz genannt wird.

Auf dieses Gesetz kam Keppler eigentlich durch seine physischen Ideen über die Bewegung der Himmelskörper. Da er die Ursache der planetarischen Bewegungen nicht in einem Triebwerk krystallener Sphären, sondern in einer besonderen Umdrehungskraft der Sonne *(Anima motrix)* suchte, so lag für ihn der Gedanke an eine Abhängigkeit der Geschwindigkeit von dem Abstand des Planeten von jenem „Quell der Bewegung" nahe. Er nahm deshalb an, dass die Zeit, die der Planet in jedem Punkt oder unendlich kleinen Bogen seiner Bahn zubringt, sich wie seine Entfernung von der Sonne verhält. Dann folgt aus der Lehre von den Proportionen, dass auch die Zeit, die er auf jedem endlichen Bogen zubringt, sich wie die Summe aller Entfernungen in diesem Bogen oder aller der unzähligen Linien von der Sonne zum Planeten verhalte. Diese Summe hielt aber Keppler mit der Fläche des Sektors an der Sonne für einerlei, und schloss daraus, dass die Zeit, in der jeder Bogen beschrieben wird, dem Flächenraum proportional sey, den der *Radius Vector* überstreicht, mithin die mittlere Anomalie durch diese Fläche ausgedrückt werden könne. Der Schlusssatz ist richtig, aber die Voraussetzung ist falsch. Denn bekanntlich ist die Geschwindigkeit des Planeten in jedem Punkte seiner Bahn nicht umgekehrt dem *Radius Vector*, sondern umgekehrt dem Perpendikel von dem Sitze der Kraft (der Sonne) auf die Tangente der Bahn proportional.

Keppler beging einen doppelten Fehler, einen in der Voraussetzung und einen in der Schlussfolgerung, von de-

nen der eine den andern aufhob. Um dies vollständig aufzuhellen, ist es nöthig, dass wir dem Gedankengange Keppler's auf dem Wege der Rechnung folgen.

Es sey Fig. 9 S die Sonne, AS die Apsidenlinie, APH die Planetenbahn, deren Figur oder deren Gleichung zur Zeit noch unbekannt ist. Man ziehe den *Radius Vector* SP; lege an dem Punkte P eine Tangente an die Curve und lasse auf diese das Perpendikel SR und auf die mit SR parallele PN das Perpendikel SN fallen, es sey ferner nach der in der Astronomie üblichen Bedeutung und Bezeichnung:

$SP = r$, $SH = r + \Delta r$, Sector $ASP = S$, Sector $PSH = \Delta S$, $\angle\ ASP = v$, $\angle\ PSH = \Delta v$ und $\angle\ NPS = PSR = \omega$.

Alsdann ist

$$\Delta\, S > \text{Dreieck } PHS \text{ und } \Delta\, S < PKS,$$

folglich

$$\Delta S > \frac{r\,(r + \Delta\, r)\, sin.\, \Delta\, v}{2},$$

also

$$\frac{\Delta S}{\Delta\, v} > \frac{r\,(r + \Delta\, r)}{2} \cdot \frac{sin.\, \Delta\, v}{\Delta\, v}$$

und gehen wir für unendlich abnehmende $\Delta\, v$ über auf den Grenzwerth, so wird

$$Lim.\ \frac{sin.\, \Delta\, v}{\Delta\, v} = 1 \text{ und } \frac{dS}{dv} > \frac{r^2}{2}.$$

Ferner ist $\Delta\, S < \frac{1}{2}\, PK.\ r\, cos.\, \omega$ und

$$PK : sin.\ \Delta\, v = r : sin.\ (90^0 - \omega + \Delta\, v)$$

$$PK = \frac{r\, sin.\ \Delta\, v}{sin.\ (90^0 - \omega + \Delta\, v)},$$

also

$$\Delta\, S < \tfrac{1}{2} \cdot \frac{r\, sin.\ \Delta\, v}{sin.\ (90^0 - \omega + \Delta\, v)}\, r\, cos.\, \omega$$

und

$$\frac{\Delta S}{\Delta v} < \tfrac{1}{2} r^2 \frac{cos.\ \omega}{sin.\ (90^0 - \omega + \Delta v)} \cdot \frac{sin.\ \Delta}{\Delta v},$$

also

$$\frac{dS}{dv} < \tfrac{1}{2} r^2 \frac{cos.\ \omega}{sin.\ (90^0 - \omega)},$$

das heisst

$$\frac{dS}{dv} < \tfrac{1}{2} r^2.$$

Da nun $\frac{dS}{dv}$ beständig zwischen diesen beiden Grenzen liegt und diese beiden Grenzen zusammenfallen, so ist: $\frac{dS}{dv} = \frac{1}{2} r^2$ oder $dS = \frac{1}{2} r^2\, dv$.

Dies ist das Differential des Sectors oder der Fläche, wie auch die Gleichung der Curve, d. i. die Figur der Bahn, beschaffen seyn mag.

Nun ist der Schlusssatz von Keppler's Induction (das sogenannte zweite kepplersche Gesetz) dieser:

$$cdt = r^2 dv \quad \ldots\ldots\ldots \quad 1)$$

wo c eine beständige Grösse und dt das Differential der Zeit ist.

Man suche nun zuerst aus dem Dreieck BPC Fig. 10 einen Ausdruck für das Differential des Bogens $BC = ds$. Es ist der Bogen ds, dem an der Sonne der Winkel dv entspricht

$$ds = \sqrt{r^2 + (r + dr)^2 - 2r(r + dr)\, cos.dv}$$

$$= \sqrt{2r^2 + 2rdr + dr^2 - (2r^2 + 2rdr)(1 - \tfrac{1}{2} dv^2 + \ldots)},$$

folglich mit Weglassung der Glieder, welche die zweite Ordnung übersteigen

$$ds = \sqrt{dr^2 + r^2 dv^2} \quad \ldots\ldots\ldots \quad 2)$$

eine Gleichung, deren geometrische Bedeutung sich sofort aus der Betrachtung der Figur ergiebt. Beschreibt man

nämlich mit $PB = r$ den Kreisbogen BE, so ist $EC = dr$, $EB = rdv$ und BC die Hypothenuse eines rechtwinkligen Dreiecks, dessen Katheten dr und rdv sind.

Dividirt man nun die Gleichung 2) durch die Gleichung 1), so erhält man

$$\frac{ds}{dt} = c. \frac{\sqrt{dr^2 + r^2 dv^2}}{r^2 dv}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 3)$$

welches offenbar die Geschwindigkeit des Körpers in der Bahn ist.

Der Ausdruck $\frac{\sqrt{dr^2 + r^2 dv^2}}{r^2 dv}$ ist aber der umgekehrte Werth des Perpendikels von dem Sitze der Kraft auf die Tangente der Bahn. Dies lässt sich so beweisen:

Es sey Fig. 11 S die Sonne, v die wahre Anomalie, r der *Radius Vector*. Man lege durch dessen Endpunkt eine Tangente an die Curve und fälle auf diese von S aus das Perpendikel p, so ist

$$p = r \sin. \lambda = r \sin. (v + \tau)$$
$$= r \sin. v. \cos. \tau + r \cos. v. \sin. \tau \ldots. \text{ A}).$$

Um den Winkel τ zu finden, hat man

$$\text{tang. } \tau = \frac{dy}{dx}$$

und da $y = r \sin. v$ und $k - x = r \cos. v$ (wo k der Abstand der Sonne vom Scheitel der Curve eine constante Grösse ist),

$$\text{tang. } \tau = \frac{r \cos. v\, dv + \sin. v\, dr}{r \sin. v\, dv - \cos. v\, dr} = \frac{\beta}{\alpha}.$$

Da bekanntlich $1 + \text{tang.}^2 \tau = \frac{1}{\cos.^2 \tau}$, so ist auch $\frac{1}{\cos.^2 \tau} = \frac{\alpha^2 + \beta^2}{\alpha^2}$, folglich

$$\cos. \tau = \frac{\alpha}{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}} \text{ und } \sin. \tau = \frac{\beta}{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}.$$

Substituirt man diese Werthe in die obige Gleichung A), so erhält man:

$$p = r. \frac{\alpha \sin. v + \beta \cos. v}{\sqrt{\alpha^2 + \beta^2}}.$$

Setzt man ferner für α und β ihre Werthe, so ist

$$\begin{aligned} \alpha \sin. v &= r \sin.^2 v\, dv - \sin. v \cos. v\, dr \\ \beta \cos. v &= r \cos.^2 v\, dv + \sin. v \cos. v\, dr \\ \hline \alpha \sin. v + \beta \cos. v &= r dv \end{aligned}$$

und

$$\begin{aligned} \alpha^2 &= r^2 \sin.^2 v\, dv^2 - 2r \sin. v \cos. v\, dv dr + \cos.^2 v\, dr^2 \\ \beta^2 &= r^2 \cos.^2 v\, dv^2 + 2r \sin. v \cos. v\, dv dr + \sin.^2 v\, dr^2 \\ \hline \alpha^2 + \beta^2 &= r^2 dv^2 + dr^2. \end{aligned}$$

Also

$$p = r. \frac{r dv}{\sqrt{r^2 dv^2 + dr^2}} \text{ und}$$

$$\frac{1}{p} = \frac{\sqrt{r^2 dv^2 + dr^2}}{r^2 dv},$$

mithin ist die Bahngeschwindigkeit

$$\frac{ds}{dt} = c. \frac{1}{p}. \quad . \quad . \quad . \quad 4).$$

Nimmt man nun die Figur der Bahn als bekannt an, so lässt sich

$$\text{das Perpendikel} = \frac{dt}{ds} = \frac{1}{c} \cdot \frac{r^2 dv}{\sqrt{r^2 dv^2 + dr^2}}$$

auf folgende Weise durch den *Radius Vector* bestimmen. Die Polargleichung der Ellipse ist

$$\frac{p}{r} = 1 + e \cos. v,$$ wo p den Parameter der Ellipse bedeutet. Diese Gleichung differenzirt, giebt

$$\frac{p dr}{r^2} = e \sin. v dv,$$

folglich $dr = \frac{er^2}{p} \sin. v dv$ und $dr^2 = \frac{e^2 r^4}{p^2} \sin. v^2 dv^2$.

Substituirt man diesen Werth für dr^2 in die obige Gleichung, so kommt

$$\frac{dt}{ds} = \frac{1}{c} \cdot \frac{r^2 dv}{\sqrt{r^2 dv^2 \left(1 + \frac{e^2 r^2}{p^2} \sin. v^2\right)}}$$

$$= \frac{1}{c} \cdot \frac{r}{\sqrt{\left(1 + \frac{e^2 r^2}{p^2} \sin. v^2\right)}},$$

mithin

$$\frac{dt^2}{ds^2} = \frac{1}{c^2} \cdot \frac{r^2}{1 + \frac{e^2 r^2}{p^2} \sin. v^2} = \frac{1}{c^2} \cdot \frac{p^2 r^2}{p^2 + e^2 r^2 \sin. v^2}.$$

Aus der Polargleichung der Ellipse folgt $p - r = er \cos. v$ und $(p-r)^2 = e^2 r^2 (1 - \sin.^2 v)$, also $p^2 + e^2 r^2 \sin.^2 v = 2pr - r^2 + e^2 r^2 = 2pr - (1-e^2) r^2$ und wenn man sich erinnert, dass $1 - e^2 = \frac{p}{a}$

$$p^2 + e^2 r^2 \sin.^2 v = pr \left(2 - \frac{r}{a}\right).$$

Folglich

$$\frac{dt^2}{ds^2} = \frac{1}{c^2} \frac{p^2 r^2}{p^2 + e^2 r^2 \sin.^2 v} = \frac{1}{c^2} \frac{p^2 r^2}{pr \left(\frac{2a - r}{a}\right)} = \frac{1}{c^2} \cdot \frac{apr}{2a - r},\ ^{*)}$$

und

$$\frac{dt}{ds} = k \sqrt{\frac{r}{2a - r}}$$

$$\text{oder } dt = k \sqrt{\frac{r}{2a - r}} \cdot ds \quad \ldots 5)$$

wo k eine Constante $= \frac{1}{c} \sqrt{ap}$ bedeutet.

---

*) Diese Gleichung umgekehrt, giebt $\frac{ds^2}{dt^2} = \frac{c^2}{ap} \cdot \frac{2a - r}{r}$, d. h. das Quadrat der Geschwindigkeit des Planeten in der Ellipse ist um-

Dies ist die richtige Gleichung zwischen dem Differential der Zeit, des Bogens und dem *Radius Vector* bei der elliptischen Bewegung der Planeten.

Keppler dagegen nimmt an, dass ganz allgemein, d. h. abgesehen von der Figur der Bahn, die Zeit dt, welche der Planet in dem Bogenelement ds zubringt, proportional dem *Radius Vector* r sey, oder dass die Gleichung

$$dt = k \, . \, rds$$

statt habe, wo k irgend einen constanten Factor bezeichnet. Dies ist der Fehler in seiner Voraussetzung. Diesen Fehler hob er dadurch wieder auf, dass er die Summe der *Radii Vectores* für die Fläche des Sectors ansah. Dies ist der Irrthum in seiner Schlussfolgerung. Denn die Anzahl der *Radii Vectores*, die auf einem endlichen Bogen stehen, ist unendlich gross, während die Summe der verschwindenden Flächenelemente sich ohne Ende einer endlichen Grenze nähert oder in Zeichen ausgedrückt ist

$$\text{die Vectorensumme } \Sigma r = \infty,$$

dagegen die Summe der verschwindenden Flächenelemente =

$$Lim \, . \, \Sigma \tfrac{1}{2} r (r + \Delta r) \sin.(\Delta v) = \int \tfrac{1}{2} rrdv = Sector.$$

Keppler war nicht der Mann, der ein Gebäude in die Luft gebaut hätte. Er prüfte auch die Annahme, von der er ausging, den Satz, dass die Geschwindigkeit des Planeten in seiner Bahn sich umgekehrt wie seine Entfernung von der Sonne verhalte, an der Erfahrung und als er ihn in den beiden ausgezeichnetsten Punkten der Bahn, dem Aphel und Perihel, richtig befunden hatte, trug er kein Bedenken, ihn über die ganze Bahn auszudehnen. Dass der Satz für diese beiden Punkte gilt, ist

gekehrt dem Abstande (r) des Planeten von der Sonne und direct seinem Abstande ($2a-r$) vom andern Brennpunkte proportional.

natürlich und kommt daher, dass die Tangente hier senkrecht auf der Apsidenlinie steht und daher das Perpendikel mit dem *Radius Vector* zusammenfällt, aber es war falsch, von zwei solchen besonderen Punkten auf alle Punkte der Bahn zu schliessen.

Er scheint zwar seinen Irrthum selbst gewahr worden zu seyn, ein anderer Umstand kam jedoch später hinzu, durch den er sich täuschen liess, den Satz dennoch für allgemeingiltig zu halten. Um dies zu erläutern, sey Fig. 12 S die Sonne, PA die Apsidenlinie der Planetenbahn, PFA der excentrische Kreis, dessen Mittelpunkt C und PDA die vom Planeten beschriebene Ellipse. Zur Zeit t nach dem Durchgange durchs Aphel sey die excentrische Anomalie $ASR = E$. Man lege an dem Punkte R eine Tangente an den Kreis und fälle auf diese das Perpendikel $SK = p$. Ferner ziehe man den *Radius Vector* $SR = r$, so ist $\llcorner KSR = SRC = \omega$ die optische Gleichung und $SK = RN = p$ ist $= r \cos. \omega$. Fällt man nun von R das Perpendikel RQ auf die Apsidenlinie, so befindet sich der Planet zur Zeit t nach dem Durchgange durchs Aphel in dem Punkte M seiner Bahn und es ist sein *Radius Vector* $SM = \varrho = a\,(1 + e \cos. E)$ $= r \cos. \omega = p$. Keppler glaubte daher, dass eben deswegen, weil die Bahn kein Kreis, sondern eine Ellipse ist, die Zeiten gleicher Bogen sich wie die Entfernungen von der Sonne verhalten. Allein man muss bedenken, dass der Satz auch in der Ellipse falsch ist. Denn nennt man den zur Zeit t gehörigen Bogen der Ellipse $AM = \sigma$ und den derselben Zeit entsprechenden Bogen des Kreises $AR = s$, so ist die Geschwindigkeit des Körpers in dem Punkte $M = \frac{d\sigma}{dt}$, in dem Punkte R dagegen $\frac{ds}{dt}$, $d\sigma$

ist aber nicht gleich ds oder mit andern Worten: legt man in dem Punkte M eine Tangente an die Ellipse und fällt auf diese von S aus ein Perpendikel, so ist dieses von SK verschieden.

Es war hier zum ersten Male, dass die Naturforschung auf die Schwierigkeiten stiess, die das Gesetz der Stetigkeit bereitet und die vollständig erst überwunden werden konnten, nachdem die Analysis des Unendlichen erfunden worden war. Das zweite kepplersche Gesetz veränderte die ganze bisherige Form des astronomischen Calculs und verlangte eine andere Construction der astronomischen Tafeln. Nach der ptolemäischen Form berechnete man aus der seit dem Durchgange durchs Aphel verflossenen Zeit, d. i. aus der mittleren Anomalie die wahre Anomalie vermittelst der optischen und der physischen Gleichung. Beides sind Winkel. Nach der kepplerschen Form der Berechnung dagegen ist die physische Gleichung eine Fläche, während die optische Gleichung bei der Berechnung der wahren Anomalie gar nicht mit vorkommt. Das Gesetz der Gleichheit der Flächenräume verlangt eigentlich für jeden besonderen Fall die Lösung der Aufgabe, aus dem Winkel an der Sonne (der wahren Anomalie) den entsprechenden elliptischen Sector, oder die umgekehrte, aus dem gegebenen Flächenraum den Winkel an der Sonne zu finden. Diese berühmte Aufgabe ist unter dem Namen des kepplerschen Problems bekannt. Unmittelbar lässt sich dieselbe nur durch Integration lösen. Schubert hat in seiner Theoretischen Astronomie (Bd. 2. Kap. 7) die dazu nöthigen Rechnungen und Formeln entwickelt. Aber man kann diese Integration umgehen und kommt rascher zum Ziel, wenn man vorher die excentrische Anomalie als Hilfswinkel sucht. Die ge-

wöhnliche Aufgabe der Astronomie, für eine gegebene Zeit also aus der mittleren Anomalie den wahren Ort des Planeten zu finden, führt dann auf die bekannte Gleichung

$$nt = E + e \sin. E,$$

wo n die mittlere Bewegung, t die seit dem Durchgang durchs Aphel verflossene Zeit, e die Excentricität und E die excentrische Anomalie bedeutet. Diese Gleichung ist nicht bloss für die Geschichte der Astronomie, sondern auch für die Geschichte der reinen Mathematik merkwürdig, da sie die erste transcendente Gleichung war, die die Wissenschaft kennen lernte. Um sie direct aufzulösen, müsste man entweder E oder $\sin. E$ wegschaffen, also den Bogen durch seinen Sinus oder diesen durch jenen ausdrücken, was auf die Rectification des Kreises führt. Aber man kann sie sehr leicht indirect auflösen, indem man E versuchsweise annimmt und so lange ändert, bis der berechnete Werth von nt mit der gegebenen mittleren Anomalie übereinstimmt. Durch Tafeln, in denen für jeden Werth von E der zugehörige Werth von nt im Voraus berechnet ist, kann man sich auch der Mühe dieser Berechnung überheben.

Dass man bei der Auflösung des kepplerschen Problems, d. i. bei der Ableitung der mittlern Anomalie aus der excentrischen auf eine transcendente Gleichung kommt, hat seinen Grund nicht sowohl in dem Gesetz der Proportionalität der Flächenräume mit den Zeiten, als vielmehr in der Figur der Bahn, d. i. in der Beschaffenheit der Ellipse. Diese Abhängigkeit der transcendenten Form der Gleichung von der Natur der Bahn hat zuerst Newton durch seine schöne Auflösung des kepplerschen Problems enthüllt. In der Parabel kann man

nämlich für jede bestimmte Zeit den Ort eines Körpers, der sich nach dem zweiten kepplerschen Gesetz (der Proportionalität der Flächenräume mit den Zeiten) bewegt, vermittelst eines Kreises finden *), in der Ellipse aber nur vermittelst einer Cycloide oder vielmehr einer Trochoide **), also einer Figur, bei welcher die Bögen des Wälzungskreises in die Abscissen der Curve übergehen. Man erhält diese geometrische Auflösung Newton's sofort, wenn man die Gleichung $nt = E + e \sin. E$ construirt. Diese Gleichung würde auch dann noch stattfinden, wenn sich der Planet nach dem zweiten kepplerschen Gesetze anstatt in der Ellipse in dem excentrischen Kreise bewegte. Der Grund hiervon liegt darin, dass die Ellipse die orthographische Projection dieses Kreises ist ***).

Sein neugefundenes Gesetz wandte nun Keppler zuerst auf den excentrischen Kreis an, wobei er die gleiche Theilung der Excentricität des Aequanten, d. h. die Excentricität 0,092 annahm, was ihn die jährlichen Parallaxen gelehrt hatten. Die 90° von der Apsidenlinie fallenden Oppositionen zeigten einen Unterschied von nicht mehr als 2 Minuten zwischen der Rechnung und der Beobachtung, aber in den Oppositionen 45° von der Apsidenlinie stieg der Unterschied bis auf 8 Minuten. Von der Nothwendigkeit hiervon kann man sich auf folgende Weise eine Vorstellung verschaffen.

MQ Fig. 12 ein vom Planeten auf die grosse Axe gefälltes Perpendikel trifft letztere in *Q* und den excen-

---

*) *Newtoni Philos. nat. Princ. math. Tom. I. Propos. XXX. Problema XXII.*

**) *l. c. Propos. XXXI. Problema XXIII.*

***) Vergleiche Möbius, Elemente der Mechanik des Himmels, S. 78 unten.

trischen Kreis in R. Setzt man die wahre Anomalie $ASM = v$ und den Winkel $ASR = v'$, so ist

$$tang.\ v = \frac{MQ}{SQ} \text{ und } tang.\ v' = \frac{RQ}{SQ}, \text{ folglich}$$

$$\frac{tang.\ v'}{tang.\ v} = \frac{RQ}{MQ} = \frac{a}{b} \text{ und } tang.\ v' = \frac{a}{b}\ tang.\ v,$$

wo a die grosse und b die kleine Halbaxe der Ellipse bedeutet.

Ferner ist

$$tang.\ MSR = tang.\ (v' - v) =$$

$$\frac{tang.\ v' - tang.\ v}{1 + tang.\ v\ tang.\ v'} = \frac{\frac{a}{b}\ tang.\ v - tang.\ v}{1 + \frac{a}{b}\ tang.^2 v} = \frac{(a-b)\ tang.\ v}{b + a\ tang.^2\ v}.$$

Es ist aber $b = a\sqrt{1-e^2} = a(1 - \frac{1}{2}e^2 - \frac{1}{8}e^4 - \ldots)$ und daher, wenn man die vierte und die höhern Potenzen von e vernachlässigt und den zu bestimmenden kleinen Winkel $MSR = x$ setzt:

$$tang.\ x = \frac{\frac{1}{2}e^2\ tang.\ v}{1 - \frac{1}{2}e^2 + tang.^2 v} = \frac{\frac{1}{2}e^2\ tang.\ v}{1 + tang.^2 v},$$

oder weil $\frac{1}{1 + tang.^2 v} = \frac{1}{sec.^2 v} = cos.^2 v$ ist,

$$tang.\ x = \tfrac{1}{2}e^2\ tang.\ v.\ cos.^2 v = \tfrac{1}{2}e^2\ sin.\ v\ cos.\ v$$

(weil $tang.\ v = \frac{sin.\ v}{cos.\ v}$) sowie auch bei der Kleinheit des Winkels x

$$x = \tfrac{1}{2}e^2\ sin.\ v.\ cos.\ v.$$

Der Winkel x wächst also wie das Produkt aus dem Sinus in den Cosinus der wahren Anomalie.

Da $sin.\ 2v = 2\ sin.\ v.\ cos.\ v$, so ist auch

$$x = \tfrac{1}{4}e^2\ sin.\ 2v.$$

Diese Gleichung differentiirt, giebt

$$dx = \tfrac{1}{2}e^2\ cos.\ 2v\, dv.$$

Wenn man hier, um zu bestimmen, für welchen Werth von v der Winkel x ein Maximum wird, $\frac{dx}{dv} = 0$ setzt, so ist $\cos. 2v = 0$, also $2v = 90^0 + i \cdot 180^0$, wo i eine beliebige ganze Zahl bedeutet, die auch 0 seyn kann. Mithin ist sehr nahe wenigstens x ein Maximum, wenn $v = 45^0 + i \cdot 90^0$, d. i. wenn v einen der Werthe 45°, 135°, 225°, 315° hat.

Setzt man nun in der Gleichung $x = \frac{1}{4} e^2 \sin. 2v$, $v = 45^0$, so wird $x = \frac{1}{4} e^2$ *). Dies giebt für den Mars, dessen Excentricität e nach Keppler = 0,09264,

$$x = 0.00214554 = 7' \; 23'',$$

was innerhalb der Grenzen der hier herrschenden Genauigkeit mit Keppler übereinstimmt. Dies sind die berühmten 8 Minuten, welche Kepplern von der Unrichtigkeit der excentrischen Kreishypothese überzeugten, von denen er selbst sagt, dass sie den Weg zur Reformation der ganzen Sternkunde gebahnt hätten.

Jetzt waren alle Mittel erschöpft und es musste entweder die ganze Untersuchung aufgegeben oder ein völlig neues Prinzip auf die Erforschung der Marsbahn angewendet werden. Ein solches zur Entscheidung führendes Prinzip hatte Keppler bereits in seiner Gewalt. Es bestand in seiner mehrfach erwähnten Methode der Messung der heliocentrischen Entfernungen des Mars durch Combination der tychonischen Beobachtungen. Als er nun die grösste, kleinste und mittlere Länge **) des *Radius*

---

*) Für $v = 0$, 90°, 180°, 170° wird $\sin. 2v = 0$, also auch $x = 0$ und in der Mitte zwischen diesen letzteren Werthen von v wird x abwechselnd ein positives und ein negatives Maximum.

**) Ich bemerke hier ausdrücklich, dass Keppler den Ausdruck „mittlere Länge" nicht, wie es heut zu Tage in der Astronomie

Vector aus den Beobachtungen abgeleitet hatte, fand er, dass die letztere kleiner sey, als sie nach der Annahme der excentrischen Kreisbewegung seyn müsste. So erkannte er zuerst die Ovalgestalt der Marsbahn. Dieses Oval suchte er nach seinen Ansichten von der Physik des Himmels als ein förmliches Eirund zu construiren, das er bald Ellipoide, bald Metopoide, bald Ooide nannte. Da ich bereits in dem ersten Bande meiner Epochen der Geschichte der Menschheit S. 417—432 diese Hypothese ausführlich auseinandergesetzt habe und da Keppler in seinen Briefen an Fabricius wiederholt auf dieselbe zurückkommt, so übergehe ich hier die Erklärung derselben, und bemerke nur, dass Keppler die Schwierigkeiten, die diese Hypothese der Berechnung der Marsörter entgegenstellte, durch einen eigenthümlichen Kunstgriff umgieng, indem er zwei Hypothesen zusammenschmolz, von denen zwar jede für sich falsch war, von denen aber die eine, die stellvertretende Hypothese, die heliocentrischen Längen, die andere die *Radii Vectores* richtig angab.

So weit waren die Untersuchungen Keppler's seit dem Februar 1600 bis zum Juli 1602 vorgerückt, auf diesem Punkte standen sie, als Keppler auf die wiederholten Briefe des Fabricius das erste Mal antwortete.

Keppler, der den Fabricius überall, wo es die Gelegenheit giebt, für den grössten Beobachter nach Tycho

---

gebräuchlich ist, auf die sphärische Coordinate, die in der Ekliptik den Abstand des Himmelskörpers vom Frühlingsnachtgleichenpunkte misst, sondern zunächst auf den *Radius Vector* bezieht. Er versteht dann aber auch unter *Longitudo media* diejenige Gegend der Bahn, wo der *Radius Vector* seine mittlere Grösse erreicht, also die Endpunkte der kleinen Axe oder ins Unbestimmte, die Mitte der Bahn zwischen Aphel und Perihel.

de Brahe erklärt, gedenkt auch wiederholt mit grosser Anerkennung seiner Verdienste um die Theorie der Sternkunde. Diese bestanden, wie wir aus Keppler's Werken wissen, in zwei Dingen, einmal in der Entdeckung der Unrichtigkeit derjenigen Hypothese, welche ihm Keppler als die richtige mitgetheilt hatte, und das andere Mal in der Aufstellung einer neuen Planetentheorie, der Keppler einen ebenbürtigen Platz neben der wahren Theorie der Planeten zuerkannte. Beides soll hier erörtet werden.

1) Des Fabricius Beweis der Unrichtigkeit der von Keppler zuerst angenommenen eiförmigen Figur der Marsbahn.

Keppler erzählt in dem Commentar über den Stern Mars *), er habe die Hypothese der Ooide oder der Ellipoide, wie er sie nannte, dem David Fabricius als die richtige mitgetheilt, allein auch dieser habe bald durch Vergleichung mit seinen eigenen Beobachtungen gefunden, dass sie die Distanzen (die *Radii Vectores*) in den mittleren Längen, d. i. zwischen dem Aphel und dem Perihel zu kurz gebe. „Er benachrichtigte mich davon, setzt er hinzu, in einem Briefe zu der Zeit, wo ich eben durch mehrere wiederholte Versuche die wahre Bahn der Planeten zu finden suchte. So nahe war er daran, mir in dieser Entdeckung zuvorzukommen.“ Diese merkwürdige Stelle, die nirgendwo eine weitere Erläuterung findet, ist wohl geeignet, die Aufmerksamkeit des Geschichtsforschers der Astronomie zu fesseln. Es bieten sich hier von selbst drei Fragen dar: 1) bezog Fabricius die Bewegung der Planeten wie Keppler auf den wahren oder wie alle

*) *Cap. LV.*

andern Astronomen auf den mittleren Sonnenort? 2) war er ein Anhänger des kopernikanischen oder des tychonischen Weltsystems? und 3) auf welchem Wege machte er die Entdeckung, dass die Ooide oder Ellipoide zwischen dem Perihel und Aphel die heliocentrischen Entfernungen zu kurz giebt? Diese Fragen lassen sich aus dem Briefwechsel des Fabricius mit Keppler genügend beantworten. Wir ersehen daraus, dass er, was die Nothwendigkeit der Beziehung der Planetenbewegung auf den wahren Sonnenort betrifft, sehr bald zu der Ansicht Keppler's überging, dagegen stets ein Anhänger des tychonischen Weltsystems blieb und die kopernikanische Vorstellungsweise, die er absurd fand, nie recht begriff. Der dritte und hauptsächlichste Punkt bedarf einer nähern Erörterung.

Nach der von Keppler gemachten Bemerkung könnte man wohl glauben, Fabricius habe Abstände des Mars von der Sonne wirklich gemessen und sie mit den aus der Figur der Ellipoide erschlossenen verglichen und in diesem Falle wäre es interessant zu wissen, ob er sich der Methode Keppler's oder einer andern davon verschiedenen Methode, jene Entfernungen aus den Beobachtungen abzuleiten, bedient habe. Aber nichts von alle dem ist der Fall. Keppler theilte in der That seine Methode schon den 2. Decbr. 1602 dem Fabricius mit. Da diese Methode im kopernikanischen System erfunden war und sich ursprünglich auf die Bewegung der Erde um die Sonne gründete, aber eben um deswillen dem Fabricius, dem nur das alte Weltsystem geläufig war und der nicht die Behendigkeit des Geistes besass, sich die Bewegung der Planeten auch nach dem kopernikanischen System vorzustellen, unverständlich blieb, so giebt sich Keppler in seinem dritten Briefe (vom 4. Juli 1603) die Mühe zu zeigen,

wie man sie auch auf das tychonische Weltsystem anwenden könne. Da aber nach tychonischer Vorstellungsweise der *Radius Vector* des Mars nicht in dem ruhenden Weltraum, sondern in dem relativ bewegten Raume liegt, der sich mit der Sonne um die Erde dreht, so wird die Construction hier nicht so einfach wie im kopernikanischen Weltsystem *). Fabricius erschwerte sich die Sache also gerade dadurch, wodurch er sich dieselbe zu erleichtern gedachte, und in der That sehen wir ihn noch in den

*) Nach dem tychonischen Weltsystem liegt die Sonnenbahn (auf dem damaligen Standpunkte der kepplerschen Untersuchungen noch ein excentrischer Kreis) im absoluten, d. i. ruhenden Raume, die ovalförmige Marsbahn dagegen in einem relativen Raume, der sich mit der Sonne um die Erde bewegt. Die Construction der Figur in einem solchen Raume, der nicht in Ruhe, sondern in Bewegung ist, war es, was den Fabricius verwirrte. Wir können heut zu Tage kaum begreifen, wie ein Mathematiker wie Fabricius unbesiegbare Schwierigkeiten da finden konnte, wo in der That keine zu seyn scheinen. Aber wir müssen uns erinnern, dass dieselben eigentlich erst verschwunden sind, seitdem Galilei die ganze Bewegungslehre auf den Grundsatz der Relativität aller Bewegung gegründet hat. Keppler's Transformation seiner Methode der astronomischen Distanzmessung in das tychonische Weltsystem gründet sich offenbar auf das Gesetz der Relativität der Bewegung, wenn auch dasselbe nicht ausdrücklich dabei genannt wird. Galilei hat erst später dasselbe als ein besonderes Gesetz erkannt und als solches *in abstracto* aus unserer Erkenntniss herausgehoben. Dass Kepplern eine Entdeckung entgehen konnte, der er nicht bloss hier, sondern auch anderwärts so nahe war, erklärt sich, wie mich dünkt, aus seiner Methode zu forschen. Der Weg, den Keppler zu seinen astronomischen Entdeckungen einschlug, war der Weg der Induction, während der Weg, den Galilei bei der Begründung seiner mathematischen Naturphilosophie gieng und auf dem auch das Gesetz der Relativität der Bewegung allein gefunden werden konnte, der Weg der Abstraction war. Dies ist die Verschiedenheit dieser beiden grossen Zeitgenossen in ihrer Art zu philosophiren, die Galilei gefühlt und über die er sich, wie oben angeführt, geäussert hat.

letzten Briefen an Keppler mit dem Verständniss dieser Sache ringen, ohne dass es ihm gelingt sich ihrer so zu bemächtigen, um wirklich Gebrauch von ihr machen zu können. Wenn man bedenkt, dass diese Methode der Schlüssel zu seiner grossen Entdeckung war, so müssen wir die erhabene Denkungsart Keppler's bewundern, mit der er, noch bevor er selbst das Ziel erreicht hatte, diesen Schlüssel in die Hand seines Nebenbuhlers legte.

Der Brief des Fabricius, dessen Keppler in dem Commentar über den Mars gedenkt, ist der aus Osteel vom 27. October alten Styls 1604. Er meldet darin, dass er 1595 den 17. December früh um 9 Uhr den Mars beobachtet und seinen Abstand vom Aldebaran 23° 40′,
seine Meridianhöhe . . 53° 20′,
seine Declination . . . 16° 58′
gefunden habe. Daraus ergiebt sich
die geocentrische Länge des ♂ 1ˢ 11° 34′,
die geocentrische Breite . . 1° 42′ nördlich.
Nach Keppler's Hypothese würde aber die geocentr. Länge seyn 1ˢ 11° 21′.

Er fügt folgenden kurzen Abriss seiner Rechnung bei:

Mittlerer Ort (d. i. mittlere Länge) . .	2ˢ 2° 6′ 28″
Aphelium	4ˢ 28° 56′ 0″
Mittlere Anomalie	9ˢ 3° 10′
Mittelpunktsgleichung	10° 28½′
Wahrer Ort (wahre Länge) des Mars .	2ˢ 12° 35′
Radius Vector (mittlere Entfernung ♂ = 1)	100922
— — (den Halbmesser der Erdbahn = 1 gesetzt)	1539242
Wahrer Sonnenort	9ˢ 5° 44′
Abstand des Sonnenorts vom Marsort .	23° 9′
Entfernung der Sonne und der Erde .	98200.

Daraus folgt
der geocentrische Ort des Mars . 1ˢ 11° 20½′
die Beobachtung giebt . . . . 1ˢ 11° 34′
Unterschied . . . . 13½′.

Aus diesen 13 bis 14 Minuten schliesst Fabricius, dass die heliocentrische Entfernung des Mars *in longitudinibus mediis*, d. i. in der Gegend der Bahn, die in der Mitte zwischen dem Aphel und Perihel liegt, grösser ist, als sie aus der Figur der Ellipoide folgt.

Die heliocentrische Länge ist hier nach der stellvertretenden Hypothese berechnet. Um die Genauigkeit derselben zu prüfen, lasse ich die Berechnung des elliptischen Marsorts für denselben Zeitpunkt nach den rudolphinischen Tafeln folgen.

♂ 1595 Decbr. 17. 9ʰ.

	Mittlere Länge				Aphel				☊			
1500	8ˢ	5°	34′	37″	4ˢ	27°	8′	19″	1ˢ	15°	38′	17″
94	11	22	54	26	0	1	44	53	0	1	2	16
Novbr.	5	25	2	22			1	1				37
16ᵈ		8	23	6								
9ʰ			11	48								
	2	2	6	19	4	28	54	13	1	16	41	10
Fabricius	2	2	6	28	4	28	56	0				
Differenz				9″			1′	47″				

Mittler Ort	2ˢ	2°	6′	19″
Aphel	4	28	54	13
Mittl. Anom.	9	3	12	6 . . . *M.*
In Graden		273	12	6
		86	47	54

81° . . . . *E*

5 14 35 . . . 86° 14′ 35″ . . . . . 75° 47′ 15″ . . *v*

86° 14′ 35″   33 19 . 0° 57′ 57″

1999″ . 0,9658 = 0 32 10

76 19 25 . . *v*

Wahre Anomalie		76°	19′	25″
		283	40	35
	9ˢ	13	40	35
Aphel	4	28	54	13
Wahr. Ort ♂	2	12	34	48
Fabricius	2	12	35	0
Differenz				12

Wahre Länge	2ˢ	12°	34′	48″
Länge des Knoten	1	16	41	10
Argument der Breite	0	25	53	38

Breite für

26° . . 0° 48′ 25″

25 0 0 . . . 0 46 40

53 38   1 45

0,894   105

1° : 0°, 894 = 105″ : 94″

0° 46′ 40″

1 34

Heliocentrische Breite 0 48 14

Innerhalb der Grenzen der hier stattfindenden Beobachtungsfehler ist also die von Fabricius nach der stellvertretenden Hypothese berechnete wahre heliocentrische Länge des Mars vollkommen richtig.

Der *Radius Vector* der Ellipoide wird nach folgender Regel gefunden. Es sey Fig. 13 S die Sonne, AP die Apsidenlinie, QOR der excentrische Kreis der stellvertretenden Hypothese, B sein Mittelpunkt, $BS = 0{,}11332$, $BF = 0{,}07232$, so wird zur Zeit der mittleren Anomalie $nt = AFO$ der Mars auf der Linie SO sich befinden, aber nicht in dem Punkte O. Denn wie die jährlichen Parallaxen zeigen, ist die ungleiche Theilung der Excentricität bei B und daher auch der von diesem Punkte aus beschriebene Kreis falsch, und die gleiche Theilung der Excentricität das in der Wirklichkeit Stattfindende. Man halbire daher SF, so ist C der Mittelpunkt der wahren Bahn. Man beschreibe nun von diesem Punkte aus mit dem Halbmesser $CA = BQ$ den excentrischen Kreis ANP, übertrage die mittlere Anomalie aus F nach C, indem man CN der FO parallel zieht, und verbinde N mit S. Bewegt sich nun der Mars nach der Hypothese der Ellipoide, so wird der *Radius Vector* früher die Grösse SN erreichen, als er in die Lage ASN kommt. Für diesen Zeitpunkt und die dazu gehörige mittlere Anomalie wird aber SO die richtige Lage angeben. Beschreibt man daher mit dem Halbmesser SN den Bogen NM, so wird SM der *Radius Vector* der Ellipoide seiner richtigen Grösse und Lage nach seyn.

Um dies zu berechnen, hat man, wenn man $CN = CA = a$, $CS = ae$, $SM = SN = r$, $SNC = \varphi$, $ASN = v'$ und $SCN = m$ setzt, in dem Dreieck CSN

$$r \sin. \varphi = ae \sin. nt$$

$$r \cos. \varphi = a\,(1 + e \cos. nt)$$

$$1)\quad \operatorname{tang.} \varphi = \frac{e \sin. nt}{1 + e \cos. nt}.$$

$$2) \qquad r = \frac{a \; sin.\, nt}{sin.\, v'}, \; v' = nt - \varphi.$$

Die Elemente, mit denen Fabricius rechnet, sind, die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne $= 1$ gesetzt,

$$a = 1{,}52500$$
$$e = 0{,}09252$$
$$\text{mittlere Anomalie} = 273^0 \; 10',$$
$$\text{also } nt = \; 86^0 \; 50'.$$

log. e	8.9662356	. . . .	8.9662356
l. sin. nt . .	9.9993364	*l. cos. nt* .	8.7422586
	8.9655720		7.7084942
l. (1 + *e cos. nt*) .	0.0022136	1.0051108 = 1 + *e cos. nt*	
l. tang. φ . .	8.9633584		

1) . . . $\varphi = 5^0 \; 15' \; 4''$ . . .

Also $v' = nt - \varphi = 81^0 \; 34' \; 56''$, wofür man, da es hier bloss auf einzelne Minuten ankommt, $81^0 \; 35'$ setzen kann.

log. sin. 86⁰ 50′ . .	9.9993364	
log. sin. 81⁰ 35′ . .	9.9952972	
	0.0040392 . . .	1,00934
l. a. . . .	0.1832698	
	0.1873090	

2) . . . . . . $r = 1{,}539241$.

Ist der heliocentrische Ort eines Planeten und der gleichzeitige Ort der Erde gegeben, so kann man die geocentrische Länge und Breite des Planeten auf folgende Weise finden.

Es sey Fig. 14 *S* die Sonne, *T* die Erde, *M* der Planet und die Linien $S\Upsilon$, $T\Upsilon$ seyen nach dem Frühlingsnachtgleichenpunkte gerichtet. Nennt man die heliocentrischen Polarcoordinaten des Planeten λ, β, r und die geocentrischen Polarcoordinaten desselben l, b, ϱ und setzt

man den *Radius Vector* der Erde $ST = R$, so ist der auf die Ebene der Ekliptik reducirte *Radius Vector* des Planeten $SM = r \cos. \beta$ und $TM = \varrho \cos. b$. Es sind ferner $SN = x$, $NM = y$ und das vom Planeten auf die Ebene der Ekliptik gefällte Perpendikel $= z$ und ebenso $SO = X$, $TO = Y$ gesetzt:

$$\left.\begin{array}{l} x = r \cos. \beta \cos. \lambda \\ y = r \cos. \beta \sin. \lambda \\ z = r \sin. \beta \end{array}\right\} \text{die rechtwinkeligen heliocentrischen Coordinaten des Planeten}$$

und

$$\left.\begin{array}{l} X = R \cos. \odot \\ Y = R \sin. \odot \\ Z = 0 \end{array}\right\} \text{die rechtwinkeligen Coordinaten der Erde.}$$

Verlegt man den Anfangspunkt der Coordinaten von der Sonne nach dem Ort der Erde und berücksichtigt das algebraische Vorzeichen von X und Y, so ist

$$x' = \varrho \cos. b \cos. l = x + X = r \cos. \beta \cos. \lambda + R \cos. \odot$$
$$y' = \varrho \cos. b \sin. l = y + Y = r \cos. \beta \sin. \lambda + R \sin. \odot$$
$$z = \varrho \sin. b \quad = \quad z \quad = r \sin. \beta.$$

Macht man nun den *Radius Vector* der Erde und dessen Verlängerung zur Abscissenaxe, so ist

$$r \cos. \beta \cos. (\lambda - \odot) + R \cos. (\odot - \odot) = r \cos. \beta \cos. (\lambda - \odot) + R$$
$$r \cos. \beta \sin. (\lambda - \odot) + R \sin. (\odot - \odot) = r \cos. \beta \sin. (\lambda - \odot)$$
$$r \sin. \beta \qquad = r \sin. \beta.$$

Folglich

1. $\varrho \cos. b \cos. (l - \odot) = r \cos. \beta \cos. (\lambda - \odot) + R$
2. $\varrho \cos. b \sin. (l - \odot) = r \cos. \beta \sin. (\lambda - \odot)$
3. $\varrho \sin. b \qquad = r \sin. \beta.$

Dividirt man Gl. 2 durch Gl. 1, so erhält man

$$\tang. (l - \odot) = \frac{r \cos. \beta \sin. (\lambda - \odot)}{r \cos. \beta \cos. (\lambda - \odot) + R}.$$

Da man jetzt $l - \odot$ kennt, so kennt man auch *sin.* $(l - \odot)$, und wenn man damit die Gleichung 2 dividirt, auch ϱ *cos. b*, folglich auch

$$tang.\ b = \frac{\varrho\ sin.\ b}{\varrho\ cos.\ b}.$$

Rechnet man endlich, wie es Fabricius thut, ohne Rücksicht auf die heliocentrische Breite des Planeten, so wird

$$tang.\ (l - \odot) = \frac{r\ sin.\ (\lambda - \odot)}{r\ cos.\ (\lambda - \odot) + R}.$$

Diese Rechnung auf den vorliegenden Fall angewendet, steht so:

$$\begin{array}{rl} ♂ & 72^0\ 35' \\ \odot & 275\ \ 44 \\ \hline \lambda - \odot & 156\ \ 51 \end{array} \qquad \begin{array}{l} r\ .\ .\ 1{,}53924 \\ R\ .\ .\ 0{,}98200 \end{array}$$

$log.\ cos.\ (\lambda - \odot)\ ..\ 9.96354_n$
$log.\ r\ ....\ 0.18731$
$log.\ sin.\ (\lambda - \odot)\ ..\ \underline{9.59455}$

$$\left.\begin{array}{r} r\,cos.\,(\lambda - \odot)\,..-1{,}41530 \\ R\,..\underline{+0{,}98200} \end{array}\right\} -0{,}43330 = R + r\,cos.\,(\lambda - \odot)$$

$log.\ \varrho\ sin.\ (l - \odot)\ ..\ 9.78186\ ..\ log.\ r\ sin.\ (\lambda - \odot)$
$log.\ \varrho\ cos.\ (l - \odot)\ ..\ 9.63679_n\ ..\ log.\ [r\ cos.\ (\lambda - \odot) + R]$

$$\begin{array}{rl} \hline l - \odot\ .. & 125^0\ 36',2 \\ \odot\ .. & 275^0\ 44',0 \\ \hline l\ ..... & 41^0\ 20',2. \end{array}$$

Fabricius findet $41^0\,20',5$, was hiermit übereinstimmt.

Wenn man sich ein Bild von der ganzen vorhergehenden Rechnung entwirft, sieht man sogleich, wie Fabricius zu seiner Folgerung gekommen ist. In Fig. 15 steht die Sonne in S, die $S♈$ und die mit ihr parallelen Li-

nien $M\Upsilon$, $C\Upsilon$ und $T\Upsilon$ sind nach dem Frühlingsnachtgleichenpunkte gerichtet. M ist der Mittelpunkt der Erdbahn und die durch S und M gehende Linie die Apsidenlinie der Erdbahn, C das Centrum der Marsbahn und die durch C und S gehende Linie die Apsidenlinie derselben. Am 17. December alten Styls 1595 Morgens 9 Uhr stand die Erde in T und der Mars nach der Rechnung in Q. Die Beobachtung gab aber seinen Ort um den Winkel $QTP = 13',5$ verschieden an. Da nun die Lage der Linie SQ (d. i. die wahre Anomalie des Mars) richtig ist, so musste sich der Mars zu jener Zeit auf dieser Linie befinden. Nach der Beobachtung befand er sich aber auf der Linie TP. Folglich ist der wahre Ort des Mars in dem Durchschnittspunkte P beider Linien und die wahre Grösse des *Radius Vector* ist nicht, wie die Rechnung giebt, SQ, sondern SP.

Um wie viel der wahre *Radius Vector* grösser ist, als der aus der Ellipoide berechnete, lässt sich so bestimmen. In dem Dreieck STP ist, weil $\odot = 275^0\ 44'$ und folglich $TS\Upsilon = 95^0\ 44'$, der Winkel $S = 95^0\ 44' - 72^0\ 34' = 23^0\ 10'$, der Winkel $P = 72^0\ 34' - 41^0\ 34' = 31^0\ 0'$, der Aussenwinkel bei $T = 23^0\ 10' + 31^0 = 54^0\ 10'$ und

$$R = 0{,}98200.$$

Folglich ist, die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne = 1 gesetzt, der *Radius Vector* des Mars

$$r = \frac{0{,}98200\ \sin.\ 54^0\ 10'}{\sin.\ 31^0} = 1{,}54577.$$

Aus der Hypothese der Ellipoide folgt . . 1,53924
Unterschied . . . 0,00653

Der trigonometrisch berechnete *Radius Vector* des Mars wird durch den *Radius Vector* der Erde gefunden.

Ein Fehler, der in dem letztern vorkommt, wird sich daher auch auf den erstern übertragen. Der elliptisch berechnete *Radius Vector* des Mars dagegen ist von dem *Radius Vector* der Erde unabhängig. Man kann daher das obige Resultat noch einer Prüfung unterwerfen, indem man für denselben Zeitmoment den elliptischen *Radius Vector* des Mars berechnet. Dies kann, da die wahre Anomalie bereits bekannt ist, entweder durch die Polargleichung der Ellipse, oder auch durch die bekannte Gleichung $r = a\ (1 + e\ cos.\ E)$ geschehen. Im letztern Falle muss man zuerst die Gleichung $nt = E - e''\ sin.\ E$ auflösen. Für die vom Perihel an gezählte mittlere Anomalie 93° 12′ 6″ ist

$$E = 98^{0}\ 27'\ 7''$$

und wenn man mit den rudolphinischen Tafeln $a = 1{,}52350$ und $e = 0{,}09264$ setzt, wird

$$r = 1{,}54424.$$

Die Differenz 0,00153 liegt innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler.

Setzt man dagegen mit Fabricius $a = 1{,}52500$ und $e = 0{,}09252$, so kommt

$$r = 1{,}54574$$

genau so wie oben.

Man darf jedoch nicht glauben, dass der Brief des Fabricius erst Keppler auf den richtigen Weg geleitet hätte, vielmehr war dieser der Wahrheit schon auf der Spur, noch bevor er diesen Brief erhielt. Er hatte inzwischen eine Methode gefunden, um unabhängig von der stellvertretenden Hypothese die physische Gleichung und somit die wahre Anomalie für die Ellipoide unmittelbar wenigstens annäherungsweise zu berechnen. Durch eine geometrische Betrachtung findet er, dass die grösste Breite

des sichelförmigen Randes *(Lunula)*, welchen die Ellipoide von dem excentrischen Kreise abschneidet, $= 0{,}09264^2 = 0{,}00858$ ist. Er substituirt deshalb an die Stelle der eiförmigen Bahn (der Ellipoide) eine Ellipse, deren kleine Halbaxe $= 1 - 0{,}00858 = 0{,}99142$, deren Excentricität $= 0.130711$ also grösser ist als der Abstand der Sonne vom Mittelpunkte der Bahn, und vermittelst dieser berechnet er jetzt die wahren Anomalien. Sie wichen in den Octanten um 6 bis 7 Minuten von der Wahrheit ab und zwar im entgegengesetzten Sinne der physischen Kreishypothese. Die Wahrheit musste also zwischen beiden in der Mitte liegen. Gleichzeitig verglich er die aus den Beobachtungen abgeleiteten heliocentrischen Entfernungen des Mars mit denen, welche sich aus der Hypothese der eiförmigen Bahn ergeben. So untersuchte er bereits im August 1604 und die folgenden Monate die ganze Beobachtungsreihe des Mars von 1589 bis 1595, und es zeigten sowohl die jährlichen Parallaxen wie die physischen Gleichungen, dass die Hypothese der eiförmigen Bahn die mittlern Entfernungen des Mars *(mediarum longitudinum distantias)* zu kurz gab. Ein Jahr darauf hat Keppler die wahre Figur der Marsbahn gefunden und er theilt diese Entdeckung unter dem 11. October 1605 dem Fabricius ausführlich mit. Von da an ging Fabricius seinen eignen Weg, indem er die Entdeckungen Keppler's nach dem alten Prinzip der gleichförmigen Kreisbewegung darzustellen versuchte.

2) Die Planetentheorie des David Fabricius.

Man kann eine Ellipse auf folgende Weise durch Verbindung zweier Kreisbewegungen construiren. Denkt man sich Fig. 16 um C als Mittelpunkt mit dem Halb-

messer $CQ = CO = CR$ einen Kreis beschrieben, auf dessen Umfange sich der kleine Kreis mit dem Halbmesser $QA = ON = RD$ mit doppelter Geschwindigkeit in entgegengesetzter Richtung umdreht, so beschreibt der Punkt A dieses kleineren Kreises eine Ellipse, deren Excentricität $= SC$ und deren excentrischer Kreis $ANDP$ ist. Dies lässt sich so zeigen. Gesetzt, der Mittelpunkt des Epicykels habe sich in der Zeit t von Q nach O bewegt, so hat sich in derselben Zeit der Punkt A auf dem Umfange des Epicykels von N nach M bewegt und es ist, wenn man die OL parallel zur PA zieht, $\angle NOM = 2NOL = 2NCA$. Zieht man nun durch N und M die gerade NB, so steht diese auf der OL und somit auch auf der PA senkrecht. Zieht man noch die TM, so ist TMN als Winkel im Halbkreis ein Rechter, folglich TM parallel zur PA und $\angle NTM = NCA$.

Mithin $\Delta\ NTM \sim NCG$ und folglich

$$\begin{aligned} BM : BN &= CT : CN \\ &= CE : CD \\ &= CE : CA \\ &= b : a. \end{aligned}$$

Dies ist aber die Eigenschaft der Ellipse. Der Punkt M befindet sich also stets auf dem Umfange einer Ellipse, deren grosse Axe $a = CA$ und deren kleine Axe $b = CN - TN = CE$ ist.

Wenn man nach der Weise des Ptolemäus *) an die Stelle des excentrischen Kreises einen concentrischen mit einem Epicykel setzt, so lässt sich jene Ellipse auch beschreiben vermittelst dieses centrischen Kreises und zweier

*) *Almag. L. III. C.* 3. Schubert's theoret. Astr. Th. 2. C. 4. S. 84.

Epicykel, deren Halbmesser zusammengenommen der Excentricität des excentrischen Kreises gleich sind. Beschreibt man um *S* mit dem Halbmesser *SE* $=$ *CA* den centrischen Kreis, macht die Summe der Halbmesser beider Epicykel $GQ + QA = SC$ der Excentricität des excentrischen Kreises *ADP* und giebt dem grösseren Epicykel dieselbe Umdrehungszeit wie dem concentrischen Kreise, aber in entgegengesetzter Richtung, dem kleineren Epicykel dagegen die doppelte Umdrehungsgeschwindigkeit des grösseren und dieselbe Richtung der Bewegung, so sieht man leicht, dass der Punkt *A* sich auf dem Umfange der Ellipse *AMEP* fortbewegen werde. Dies ist diejenige Construction, welche Keppler zu Anfang seines Briefes vom 1. August 1607 dem Fabricius mittheilt.

Wenn man diese Construction oder, noch einfacher, die voranstehende so transformirt, dass anstatt der epicyklischen Bewegung der excentrische Kreis selbst in seiner eigenen Ebene Schwankungen macht, die so beschaffen sind, dass der auf der Peripherie des sich drehenden Kreises fortrückende Planet auch stets auf dem Umfange der ruhenden Ellipse bleibt, so erhält man sofort die Planetentheorie des Fabricius.

In Fig. 17 sey *A* die Sonne, *B* der Mittelpunkt des excentrischen Kreises *DLE*, *D* der Ort des Aphels, die *BE* auf der Apsidenlinie *AD* senkrecht und *BC* die Verlängerung von *BE*. Wie vorhin in dem Epicykel *LFI*, bewege sich jetzt der Planet auf dem Umfange des excentrischen Kreises *DLE* selbst, während dessen rücke der Mittelpunkt dieses Kreises auf der Linie *BC* fort und zwar so, dass er seinen grössten Abstand von dem anfänglichen Orte *B* (in dem er sich zur Zeit der Sonnenferne und der Sonnennähe des Planeten befindet) erreicht,

wenn der Winkel *DBE*, d. i. die excentrische Anomalie des Planeten = 90° ist, und es sey dann dieser grösste Abstand *BC* = *LI* = *HE*, d. i. gleich der grössten Breite der Mondsichel *(Lunula)*, die die Ellipse von dem excentrischen Kreise abschneidet, also gleich dem Unterschied der grossen und kleinen Halbaxe der Ellipse.

Der Planet habe sich nun in der Zeit *t* von *D* bis *L* bewegt, wo wird dann der Ort des Mittelpunkts des oscillirenden excentrischen Kreises seyn? Man beschreibe von *O* mit dem Halbmesser *OL* = $\frac{1}{2}$*BC* den kleinen Kreis *LFI*, fälle von *L* das Perpendikel *LR* auf die Apsidenlinie *AD*, so wird nach dem Vorigen am Ende der Zeit *t* der Planet in dem Punkte *F*, dem Durchschnittspunkte jenes Perpendikels mit dem kleinen Kreise *LFI*, stehen. Zieht man nun die *FM* parallel der *LB*, so ist *M* der Mittelpunkt des oscillirenden Planetenkreises für dieselbe Zeit, und wenn man die *AM* zieht und die Verlängerung derselben *MG* gleich *BD* = *MF* = *BL* macht, so ist *G* der jetzige Ort des Aphels und *AG* die jetzige Lage der Apsidenlinie. Der Planet bleibt, wie man sogleich sieht, auch hier stets auf dem Umkreis der Ellipse *DFH*.

Fabricius nannte die hin- und hergehende Bewegung des Mittelpunktes *M* in der Geraden *BC* Libration, wohl deshalb, weil er sich dieselbe nach dem Gesetz der Librationen des Kopernikus dachte. Kopernikus versteht nämlich unter Libration eine Schwingung in gerader Linie, die durch Zusammensetzung zweier gleichförmiger Kreisbewegungen entsteht.

In *A* Fig. 18 stehe die Sonne und *AO* sey die Excentricität der Marsbahn. Um *O* als Mittelpunkt beschreibe man zwei concentrische Kreise. Der Halbmesser des grös-

sern *OD* sey $= a$, der des kleinern $OH = b$, der Unterschied beider $a - b = PL$. Um den Mittelpunkt *O* drehe sich ein Kreis mit dem Halbmesser $= \frac{1}{2}(a - b)$ links herum und auf der Peripherie desselben ein anderer von gleicher Grösse mit doppelter Geschwindigkeit rechts herum, so wird der Punkt *m* des letztern auf der geraden Linie *Os* hin und her gehen. Hat nämlich der Punkt *r* den Winkel *rOn* beschrieben, so hat, wenn der Punkt *m* stets auf der geraden Linie *Os* bleibt, *m* auf der Peripherie seines Kreises den Bogen *Om* zurückgelegt und es ist, weil $\triangle\, Orm$ gleichschenkelig, $\llcorner\, nrm$ als Aussenwinkel $= 2nOm$, folglich auch $Orm = 2nOv = 2DOL$. Und umgekehrt, wenn $nrm = 2rOm$, dann liegt *m* auf der Geraden *Os*. Dies sind die Librationen des Kopernikus.

Man kann daher in der Planetentheorie des Fabricius den Mittelpunktsort des beweglichen Planetenkreises auch so finden. Gesetzt, der grösste Abstand des beweglichen Mittelpunkts von dem ruhenden sey *Os* und die excentrische Anomalie *E* des Planeten zu einer bestimmten Zeit $= DOL$, so verlängere man die *OL* rückwärts über *O*, beschreibe um *O* als Mittelpunkt einen Kreis mit dem Halbmesser $= \frac{1}{2}\, Os$, um *r*, den Durchschnittspunkt dieses Kreises mit der Verlängerung von *OL*, beschreibe man mit demselben Halbmesser $= \frac{1}{2}\, Os$ einen zweiten Kreis, wo dieser die *Os* durchschneidet, da befindet sich zu dieser Zeit der Mittelpunkt der librirenden Planetenbahn, und wenn man durch *A* und *m* die *AG* zieht, so ist diese die Apsidenlinie zu dieser Zeit.

Hat sich der Mittelpunkt des excentrischen Planetenkreises von *O* nach *m* bewegt, so ist der Planet parallel mit *HOs* von *L* nach *F* gerückt. Man findet diesen Punkt, wenn man von *O* als Mittelpunkt mit dem Halbmesser *OD*

einen Kreis beschreibt, so wird der Durchschnittspunkt dieses Kreises mit dem Perpendikel LN den Ort des Planeten F für diese Zeit geben und es ist die $LF = Om$. Es lässt sich demnach die Figur der Bahn, welche der Planet im ruhenden Raume beschreibt und welche durch die Punkte DFH geht, auch analytisch leicht so finden.

Nimmt man zum Anfangspunkt der Abscissen den ruhenden Mittelpunkt O und setzt man den *Radius Vector* $= r$, die wahre Anomalie $= v$ und versteht man unter a und b wie vorhin die Halbmesser OD und OH der beiden um O concentrischen Kreise, so ist

$$y = FN = PR = b \sin. E$$
$$x = ON = a \cos. E.$$

Legt man jetzt den Anfangspunkt der Coordinaten von O nach A und nennt die neuen Coordinaten y' und x', so ist

$$y' = r \sin. v = y = b \sin. E$$
$$x' = r \cos. v = x + e = a (e + \cos. E).$$

Ausserdem zeigten die Beobachtungen*), dass der Planet in seine mittlere Entfernung kam, wenn die OL senkrecht auf der Apsidenlinie AD stand, oder dass $r = a$, wenn $E = 90^0$; woraus folgt $b^2 = a^2 [1 - e^2]$. Es ist daher

$$r^2 \sin.^2 v = b^2 \sin.^2 E = a^2 [1 - e^2] \sin.^2 E$$
$$r^2 \cos.^2 v = a^2 (e + \cos. E)^2$$
$$r^2 = a^2 [e^2 + 2 e \cos. E + \cos.^2 E] + a^2 [\sin.^2 E - e^2 \sin.^2 E]$$
$$= a^2 [\sin.^2 E + \cos.^2 E + 2 e \cos. E + e^2 - e^2 \sin.^2 E]$$
$$= a^2 [1 + 2 e \cos. E + e^2 (1 - \sin.^2 E)]$$
$$= a^2 [1 + 2 e \cos. E + e^2 \cos.^2 E].$$

Folglich

$$r = a (1 + e \cos. E) \ldots\ldots\ldots \text{I.}$$

*) S. den vorletzten Brief Keppler's vom 1. August 1607.

Aus

$$r\ cos.\ v = a\ cos.\ E + ae \text{ folgt}$$

$$\frac{r\ cos.\ v - ae}{a} = cos.\ E$$

und dieses in die Gl. I für $cos.\ E$ substituirt

$$r = a\left[1 + e\,\frac{r\ cos.\ v - ae}{a}\right] = a + e\,r\ cos.\ v - ae^2,$$

und

$$r - e\,r\ cos.\ v = a\,(1 - e^2),$$

also

$$r = \frac{a\,(1 - e^2)}{1 - e\ cos.\ v} = \frac{p}{1 - e\ cos.\ v} \ldots\ldots \text{ II.}$$

die Polargleichung der Ellipse.

Um nach dieser Planetentheorie des Fabricius zu rechnen, bestimme man zuerst die grösste Breite der Mondsichel oder, was dasselbe ist, den grössten Abstand beider Mittelpunkte des beweglichen und des ruhenden *Eccentricus.* Setzt man dieselbe $= L$ und die grosse Halbaxe der Ellipse oder die mittlere Entfernung des Planeten $= 1$, so ist

$$L = 1 - b \text{ und weil } b = \sqrt{1 - e^2} = (1 - e^2)^{\frac{1}{2}}$$

$$= 1 - [1 - \tfrac{1}{2}e^2 - \tfrac{1}{8}e^4 - \ldots]$$

$$= \tfrac{1}{2}e^2 + \tfrac{1}{8}e^4 + \tfrac{5}{128}e^6 + \ldots\ldots$$

L ist also eine Funktion der Excentricität und man hat, wenn man mit Keppler für den Mars $e = 0{,}09264$ setzt, bis auf die vierte Potenz der Excentricität genau

$$L = 0.004300206.$$

Setzt man aber ebenfalls mit Keppler die grösste optische Gleichung $= 5^0\ 18'$, so wird die Excentricität $= 0{,}09277$ und die kleine Halbaxe $= 0{,}99568$ und mithin

$$L = 1 - 0{,}99568 = 0{,}00432.$$

Ist nun seit dem Durchgange des Planeten die Zeit t

verflossen, so ist Fig. 17 nach der Planetentheorie des Fabricius die mittlere Anomalie $nt = GF = GMF = SMF + SMG = DBL + DAG$ und es kommt nun darauf an, die wahre Anomalie $DAF = v$ und den Librationswinkel $DAG = \varphi$, welcher hier die physische Gleichung repräsentirt, zu finden.

Für die erstere hat man

$RS = FL = LI \sin. LIF = 0{,}00430 \sin. E,$

folglich

$$1)\ tang.\, v = \frac{RF}{AR} = \frac{(1 - 0{,}00430) \sin. E}{\cos. E + e} = \frac{b \sin. E}{\cos. E + e}.$$

Den Librationswinkel $BAM = \varphi$ erhält man so. Es ist

$$2)\ tang.\, \varphi = \frac{BM}{AB} = \frac{LF}{AB} = \frac{0{,}00430}{0{,}09264} \sin. E.$$

Für den *Radius Vector* hat man endlich

$$3)\ r \sin. v = \sin. E - 0{,}00430 \sin. E = b \sin. E.$$

Dies ist die Planetentheorie, welche Fabricius in dem Briefe vom 27. Februar 1608 und einer etwas später folgenden besondern Exposition Kepplern mittheilte und welche er in den Figuren sowohl als in den Worten des Textes so äusserst verworren und desultorisch darstellt, dass man dieselbe mehr errathen muss, als aus seiner Darstellung herauslesen kann. Kepplern selbst ging erst nach 9 Monaten das Verständniss derselben auf. Auch ist dieselbe, so wie ich sie hier mitgetheilt habe, bereits von Keppler in einem wesentlichen Stücke verbessert. David Fabricius verwechselt nämlich beständig die excentrische Anomalie mit der mittlern Anomalie.

Betrachtet man die obige Form des astronomischen Calculs, so drängt sich folgende Betrachtung auf. Um aus der durch die Zeit t und den Ort des Aphels D ge-

gebenen mittlern Anomalie nt die excentrische Anomalie E zu finden, muss man zuvor den Librationswinkel φ suchen. Dieser wird aber aus der derzeitigen Grösse von BM gefunden und da $BM = (a - b)\ sin.\ E$ ist, so muss also E schon bekannt seyn, um φ berechnen zu können. Die physische Gleichung φ, die zur Berechnung von E aus nt nöthig ist, kann also hier nur gefunden werden, wenn E schon als bekannt vorausgesetzt wird. Die Aufgabe dreht sich folglich im Kreise herum. Dieser Zirkel war indess für Fabricius nicht vorhanden, denn zufolge seiner Verwechselung der excentrischen und mittleren Anomalie nahm er an, dass die physische Gleichung oder die Libration BM nicht dem Sinus der excentrischen, sondern dem Sinus der mittlern Anomalie proportional wachse, dass also M seinen grössten Abstand von B dann erreiche, wenn $nt = 90^0$ und nicht wenn $E = 90^0$ ist. David Fabricius wollte offenbar mit seiner Planetentheorie zweierlei erreichen: einmal das Prinzip der gleichförmigen Kreisbewegung retten und dann die Schwierigkeiten des kepplerschen Problems, d. i. die Auflösung der transcendenten Gleichung $nt = E + e\ sin.\ E$ umgehen. Dies Letztere ist ihm aber so wenig gelungen, dass in Wahrheit der astronomische Calcul in seiner Theorie auf dieselben, wo nicht auf grössere Schwierigkeiten stösst, wie in der kepplerschen.

Keppler hat diese Planetentheorie in seinem letzten Schreiben an Fabricius, ohnstreitig dem merkwürdigsten und interessantesten der ganzen Briefsammlung, zugleich einer Correctur und einer Kritik unterworfen. Diese Kritik gründet er aber nicht auf eine Vergleichung zwischen Rechnung und Beobachtung, sondern auf ein Prinzip, nach dem er den Grad der Genauigkeit in der Uebereinstim-

mung mit seiner eigenen Theorie beurtheilt. Dabei ist ihm aber selbst eine wunderbare Täuschung widerfahren. Er geht nämlich aus von dem Satze, dass in der Ellipse das Quadrat der Excentricität gleich sey dem Rechteck aus der grossen Halbaxe und dem Unterschied der halben grossen und der halben kleinen Axe (der *Lunula*), also Fig. 17

$$BA^2 = BC \,.\, BE.$$

Wäre dieser Satz richtig, so wäre CAE ein rechter Winkel, folglich $\Delta\, BCA \sim BEA$ und mithin $\angle\, BAC = BEA$. Nun ist aber BEA, die grösste optische Gleichung, von der grössten physischen Gleichung nur wenig verschieden, es wird also auch das Maximum des Librationswinkels mit der grössten physischen Gleichung sehr nahe übereinstimmen.

Allein der Satz gilt nicht für die Ellipse der Marsbahn, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht, sondern annäherungsweise für diejenige Ellipse, die Keppler an die Stelle der Ellipoide setzte. In der That ist in der Ellipse das Quadrat der Excentricität so gross wie der Gnomon, der übrig bleibt, wenn man vom Quadrat der grossen Halbaxe das Quadrat der kleinen Halbaxe wegnimmt. Nennt man die grosse Halbaxe der Marsbahn a, die kleine b, den Unterschied $a - b$ oder die grösste Breite der *Lunula* l und die Excentricität in Theilen der grossen Halbaxe e, so ist dieser Gnomon $= al + bl = al + (a - l)\, l = 2al - l^2 = e^2$. Für die der Ellipoide gleichgeltende Ellipse nun ist die grösste Breite der *Lunula* $\lambda = 2l$, folglich

$$e^2 = a\lambda - \tfrac{1}{4}\lambda^2$$

und mit Vernachlässigung des sehr kleinen letzten Gliedes

$$e^2 = a\lambda.$$

Prüfen wir nun, wie genau in der That die Planetentheorie des Fabricius mit der kepplerschen übereinstimmt. Es ist Fig. 17

$$BM = ae \text{ tang. } \varphi = (a - b) \text{ sin. } E,$$

folglich

$$\text{tang. } \varphi = \frac{(a-b) \text{ sin. } E}{ae} = \frac{(1 - \sqrt{1-e^2}) \text{ sin. } E}{e},$$

und wenn man $(1 - e^2)^{\frac{1}{2}}$ nach dem binomischen Lehrsatz entwickelt

$$\text{tang. } \varphi = (\tfrac{1}{2} e + \tfrac{1}{8} e^3 + \ldots) \text{ sin. } E.$$

Wäre also die physische Gleichung der Tangente des Librationswinkels proportional, so wäre bis auf das Quadrat der Excentricität genau

$$\text{tang. } \varphi = \tfrac{1}{2} e \text{ sin. } E,$$

d. h. die physische Gleichung halb so gross wie bei Keppler. Fabricius nimmt aber als physische Gleichung statt der Tangente den Bogen, d. i. den Winkel φ selbst. Nun ist nach der bekannten Tangentenreihe

$$\text{tang. } \varphi = \varphi + \tfrac{1}{3} \varphi^3 + \tfrac{2}{15} \varphi^5 + \tfrac{17}{315} \varphi^7 + \ldots,$$

also wenn man die die dritte Potenz übersteigenden Glieder unberücksichtigt lässt

$$\varphi + \tfrac{1}{3} \varphi^3 = (\tfrac{1}{2} e + \tfrac{1}{8} e^3) \text{ sin. } E$$

und wenn man

$$\varphi = Ae + Be^3 \text{ setzt,}$$
$$\varphi^3 = A^3 e^3, \text{ also}$$
$$Ae + Be^3 + \tfrac{1}{3} A^3 e^3 = \tfrac{1}{2} e \text{ sin. } E + \tfrac{1}{8} e^3 \text{ sin. } E.$$

Daraus folgt

$$A = \tfrac{1}{2} \text{ sin. } E$$
$$B + \tfrac{1}{3} \cdot \tfrac{1}{8} \text{ sin.}^3 E = \tfrac{1}{8} \text{ sin. } E$$
$$B = \tfrac{1}{8} \text{ sin. } E (1 - \tfrac{1}{3} \text{ sin.}^2 E).$$

Also

$$\varphi = \tfrac{1}{2} e \text{ sin. } E + \tfrac{1}{8} e^3 \text{ sin. } E (1 - \tfrac{1}{3} \text{ sin.}^2 E),$$

was, wie schon Keppler zeigt, innerhalb der Genauigkeit der Beobachtungen mit dem vorigen übereinstimmt. Wenn aber Keppler, in der vorhin angeführten Täuschung befangen, glaubt, dass seine physische Gleichung nicht bloss halb, sondern ganz mit der Grösse des Librationswinkels beim Fabricius übereinstimme, so beurtheilt er offenbar die Marstheorie des Letztern zu günstig. Das Resultat ist vielmehr dieses: nach der Theorie des Fabricius ist zwar die Figur der Marsbahn, ebenso wie bei Keppler, eine Ellipse, in deren einem Brennpunkte die Sonne steht, aber in dieser Ellipse bewegt sich der Planet nicht nach dem zweiten kepplerschen Gesetz.

Der Brief, mit welchem Keppler die Reihe der seinigen schliesst, ist besonders auch darum merkwürdig, weil er sich darin mit der alten ptolemäischen Astronomie für immer auseinandersetzt. Er hatte sich erboten, die Theorie des Fabricius mit seiner Berichtigung in den Commentar über den Stern Mars mit aufzunehmen. Das Vorhaben unterblieb, weil Fabricius diese Berichtigung nicht genehmigte. Keppler hatte von da an seinem Himmelsfreunde nichts mehr zu sagen; er schwieg und der geistige Verkehr beider Männer war abgebrochen.

Auf diese Darstellung, die einerseits ein Bild geben sollte von den Wegen, die Keppler und Fabricius gewandert sind, andererseits als Leitfaden zum Verständniss des oft labyrinthisch verschlungenen Gewebes ihres wechselseitigen Ideenaustausches dienen kann, lasse ich nun als actenmässige Belege die hierher gehörigen Auszüge aus dem Briefwechsel selbst folgen. Den Text habe ich mit möglichster Sorgfalt und Treue copirt, die Wörter, über deren Lesart ich nicht gewiss war, durch ein eingeklammertes Fragezeichen bezeichnet, und die Lücken derjenigen Wörter, die mir zu entziffern nicht gelangen, durch Punkte angedeutet. Die in der Briefsammlung enthaltenen Briefe Keppler's sind entweder Abschriften oder, was mir wahrscheinlicher ist, Entwürfe zu den an Fabricius abgesandten Briefen, wie es scheint, von Keppler's eigener Hand, ohnerachtet der Ungleichförmigkeit der Handschrift. Die erstern davon bestehen aus so fragmentarischen, bisweilen nur ein einzelnes Wort enthaltenden Andeutungen, dass daraus Nichts zu entnehmen war. Erst da, wo meine Auszüge beginnen, hat Keppler angefangen, seine Gedanken zusammenhängend und vollständig niederzuschreiben. Die Figur, an welcher Keppler in seinem letzten Briefe die Verwandtschaft der Planetentheorie des Fabricius mit der seinigen demonstrirt, fehlt, vielleicht, weil sie, auf ein

besonderes Blatt gezeichnet, zugleich mit dem Briefe an D. Fabricius abgeschickt worden war. Ich habe sie wieder herzustellen versucht; es muss eine der Fig. 17 ähnliche Figur gewesen seyn. Alle übrigen Figuren sind an den Rand des Textes gezeichnet, die kepplerschen sauber mit Zirkel und Lineal, die des Fabricius nachlässig und aus freier Hand.

Fabricius an Keppler.

Tuum ego ex Styria reditum Eruditissime Dñe Keplere per complures dies desideranter quidem, sed frustra (Eheu) expectavi. Nihil sane in hac mea peregrinatione Uranica mihi gratius accidere potuisset, quam videre et audire praesentem, quem absentem dilexi plurimum, et propter libertatem eruditionem, nec non animi in abstrusis Uraniae mysteriis inquirendis Heroicam magnitudinem multum sum veneratus. Cum vero et officii mei et vitae ratio non permittat ulteriorem in hisce locis moram, cogor sane vel invitus quoque Uranicam hanc, et omni Nectare et ambrosia suaviorem conversationem abrumpere. Ut tamen aliquam benevoli mei erga te animi haberes significationem, pauca haec festinabundus consignare volui, qui sic mei memoria subinde excoleretur et ulterius inter nos literis crebris agendi occasio daretur. Dabis itaque veniam meae festinationi, ubi pro literis justis schedulam hanc repositam videris. Retulit mihi doctissimus Juvenis D. Joh. Erici tui nominis, si quis alius studiosissimus te non ita nuper quaedam de directionibus et aliis in meam gratiam consignasse. Expectabo illa etiamnum prima occasione. Poteris literas tuas Hamburgum ad Simonem a Perhus avunculum Joh. Erici mittere, qui, ut est indubiae fidei homo, diligenter eas ad me curabit. Si quid in astrologicis et meteorologicis sive de aspectibus observatum habueris una quaeso mittas. Habebo sic occasionem de variis rebus ad te scribendi. Ego mea omnia tibi defero, veniam tuam unice rogans et expetens. Quam primum reversus domum tibi scribere possum, habebis plura et tersiora nunc hisce paucis vale et Fabricium tuae virtutis Uranicae admiratorem et amatorem commendatum tibi habeto. Vale iterumque vale, vige, flore et Nestoris vive annos, viresque tuas morbo et diuturnis uranicis curis attritas confectas et exhaustas restauret et confirmet divina

clementia, cui te, uxorem tuam, me et omnes Uranicos fratres piis precibus commendo. Raptim Pragae in novo Uraniburgo. 23. Juni aō. 1601.

Tuae praestantiae
observatissimus
David Fabricius
Augustanae Confess. minist. in orient.
Frisia in pagano Resterhav.

Fabricius an Keppler.

Doctissime Dne M. Keplere, amice plusquam Uranice scire te volo hisce diebus ad nos in Frisiam orientalem pervenisse singulares Uraniae Tychonianae alumnos Nobiliss. Dn. Francisc. Tengnagel G. *) et Dn. Joh. Eric. Hamburg., qui adventu suo felicissimo me intempestivo magni illius Tychonis b. m. obitu languidum ita refecerunt, ut in Ecstasiam quandam abreptus non hic, sed potius Pragae me vobiscum conversari putarem, et honorificentissime tui mentionem fecerunt, sincerum animi tui affectum erga sepultos dii Tychonis manes, studiumque indefessum in triumpho Uraniae promovendo et adornando verbis plusquam superlativis apud me depraedicarunt, ex quo sermone ego tantum spei ac gaudii rursum hausi, quantam antea tristiae ac melancholiae ex morte dii Tychonis perceperam.

Vide itaque mi suavissime Keplere, ut Expectationi Dni Tychonis, ut commmendationi horum Uranicorum hospitum ac denique spei nostrae de te dudum magno amore conceptae satisfacere annitaris et inceptum cursum pro virili continues, relaturus inde haud dubio immortalem gloriam. Adjuvato quaeso herculeos Nobilissimi Domini Francisci conatus, promove commune bonum et Uraniam exulem armis Tychonianis in avitum regnum reducito. Ego quoque pro Uranica fraternitate, ut tuas cogitationes de Uranicis rebus mecum saepius per literas conjungere non dedigneris. Ego quidem nunc primum ex meis observatis aggressus sum Martis motum, ut ipsemet perspicere possem, quis in eo lateat scrupulus. An ex diversis acronychiis una et eadem Eccentricitas per calculum prodeat, an ad me-

*) Franz Tengnagel Gensneb ist der vollständige Name von Tycho de Brahe's Schwiegersohn.

dium vel verum motum solis Mars suum cursum dirigat, et quae denique causa sit, quod latitudines acronychiae vel non sint in eodem circulo: haec et alia multa ego nunc inquirere incipiam. Retulit mihi Dn. Joh. te ex tribus diversis locis vel parallaxibus Martis ad unum et idem Eccentrici punctum relatis inquirere annui orbis magnitudinem et insinuantem orbis inaequalitatem. Quomodo vero ea inquisitio per calculum instituatur, nec ipse mihi declarare, nec ego conjicere potui. Ad proportionem enim instituendam praeter tria loca visa ♂ etiam alia tria correspondentia requiruntur, sicuti in Eccentricitate planetarum inquirenda tria loca acronychia et tria media loca requiruntur. Quare rogo ut modum istum exemplo uno saltem declares. Cognovi quoque ex eodem nostro Johanne Erichson, te solem propiorem terris constituere. Verum quomodo hoc conveniat Eclipsibus et parallaxibus solis observatis non video. Videtur mihi, quod inaequalitas illa insinuans annui orbis ♂ non causetur ex viciniori ad terram distantia. Tota ratio hypothesium solis et observatio circa 45 gradus ab apogaeo reclamant. Sed forte nos tuam mentionem non sat assecuti sumus. Cupio idcirco latiorem explicationem causarum.

Ego tantum ex meis observatis hactenus cognovi Soli centrum orbis Eccentrici Martis nequaquam inesse posse.

Ex Dmno Tychone intellexi te motus planetarum non ad apogaea eorum sed ad aphelia Solis referre. Verum prosthaphaereses acronychiae locis apogaeorum propius consentiunt quam locis apheliorum. Ego puto omnino motus non ad veras sed medias oppositiones solis et planetarum referendos esse. Crescit quidem latitudo ♂ in nonnullis locis etiam post mediam oppositionem, at in omnibus locis illud nequaquam fit aut fieri potest circa apogaeum et perigaeum ☉lis solummodo fieri posse deprehendi eo quod distantiae ☉lis a terra circa ea loca parum discrepent in diebus 6 aut 8. Sed his omissis libet etiam de aliis mentionem nonnullam facere. . . . .
. . . .

Dabantur Resterhaviae Ostfrisiorum 13 Martii aō. 1602.

Tuae Praestantiae
addictissimus
David Fabricius
Uraniae cultor
sincerus.

Fabricius an Keppler.

S. P. Cum nobilissimus hic Uraniae nepos Dn. Franciscus Tengnagel communis noster amicus opinione mea diutius in Frisia haereret, non potui non aliquid prioribus literis addere, praesertim cum satis tute et commode ad te perferri et responsum tuum ad me deferri possit. Ego hisce diebus in Eccentricitatibus ♂ eruendis juxta modum Copernici plurimum sudavi et valde turbatus sum, quod locus veri apogaei (qui ex acronychio 85 facile constat *)) supputatae Eccentricitati et contra non responderet, sed ad 2 aut 3 etiam gradus aberraret. Tandem cognovi id ex prosthaphaeresibus observatis simpliciter assumptis nunquam fieri posse, eo quod diversa ex diversis acronychiis prodeat Eccentricitas, quod me hactenus latuit. Dii boni, quam egregie veteres astronomi et Copernicus quoque falsi sunt, qui ex tribus acronychiis simpliciter assumptis Eccentricitates et apogaea inquisivere. An in acronychiis veris planetarum idem fiat, nondum pertentavi, cum plurimis aliis domesticis quotidie distinear negotiis, nec habeam, quem interdum in salebris haerens utiliter consulam. Miror quoque, quod D. Tycho b. m. Eccentricitatem ♂ assumpserit 20160, cum ea nec maximae nec minimae Eccentricitati respondeat, et proinde omnibus ex aequo non satisfaciat acronychiis, aut meo judicio etiam respondere vix possit; quod tibi discutiendum relinquo, quia tu in hisce exercitationibus diutius versatus es. Ego nunc quasi primum incipio manum admovere aratro, utpote qui hactenus solis observationibus et fabricandis uranicis instrumentis (quibus multum temporis perdidi) operam dederim. Cupio nunc abs te mi Excellentissime Keplere in quibusdam doceri, tu mihi Dnis Tychonis loco in posterum quaeso sis et cynosurae instar mihi in vasto hoc astronomicorum exercitiorum mari constituto et dubiorum procellis interdum egregie divexato et a veri itineris tramite disjecto ...., quantus nempe in his sis non solum prodromus tuus ostendit, sed etiam hi domini Franciscus et Johannes mihi narraverunt. . . . .

28. April. 1602.

---

*) 1785. 30. Jan. 19h 14' wahre ☍ 4s 21° 36' 10".

Keppler an Fabricius.

Ad alterum, quod petis *A* (Fig. 19) Sol, *B* centrum viae Terrae, *C* centrum viae ♂ *D* ipse ♂ (Mars) ter eodem loco post integras revolutiones, *E. F. G.* Terra in primo, secundo, tertio tempore, ad quod loca solis vera *EA*, *FA*, *GA*, loca martis visa *ED*, *FD*, *GD*, vel *AED*, *AFD*, *AGD* remotiones visi loci ♂ a vero loco Solis. Sit autem *AD* locus ♂ ex sole cognitus sub Zodiaco quocunque modo (ut si quatuor sint sociae ♂ observationes post 4 revolutiones ♂ integras et ♂ semel in ☍ vera cum sole, tunc datur *AD* ad omnes quatuor vices). Scitur itaque *DAE*, *DAF*, *DAG*, Anguli ergo omnes horum 3 triangulorum uno *AD* communi latere sunt cogniti, sit *AD* mensura quaecunque, dabitur *EA*, *FA*, *GA* in illa proportione. Satis jam nobis ♂ profuit, caetera in ipso orbe Solis vel Terrae. Dantur anguli *EAF*, *EAG* ex locis Solis. Ergo et bases *EF*, *FG*, *EG*, et basiales *EFA*, *EGA*, *FEA*, quaerendum *EGF*. Sed *EBF* est duplus, quia *B* centrum, *F* in circumferentia. Ergo in *EBF* isoscele dantur anguli et basis *EF*, quare et *FB* crus et *EFB* basialis, prius autem dabatur et *EFA* basialis et *FA*. Ergo Differentia *BAF* cum cruribus *FA*, *FB*. In triangulo igitur hoc datur *BA* Eccentricitas in proportione *FB*, et *FBA* distantia apogaei ante locum ⊙.

Si *FB* sit 100000, quod ex *FA* basi habeas Eccentricitatem ⊙. Utere lectissimis et circumspectissimis observationibus et confide quod intra 1700 et 1900 debeat prodire Eccentricitas, aut tu male es operatus. Et vale.

2. Decbr. 1602.

Fabricius an Keppler.

Domine Keplere! Rerum nostrarum statum praesentem a Domini Minkwitii Secretario, literarum harum latore cognosces. Undique sumus ordinum Hollandiae milite cincti. Inter hos armorum strepitus de Urania tam sum sollicitus, quam de proprio corpore. Vereor, ne observationes meae diripiantur a furioso et rapiati militum grege. Instrumenta mea feriantur. Deus optimus maximus nostri personae clementia misereatur. Puto, te jam dudum meas literas a Domino Cancellario nostro Thoma Francio accepisse. Tuum ad illas ut et maxime priores deside-

ranter exspecto responsum. Ne autem praesentes omnino vacuae veniant, aliquid addere potui, quod nostra commuuia concernat studia, et nostram utriusque voluptatem expleat. Tn mi doctissime Keplere motum Martis ex duplici hypothesi, una vicaria, altera vera inquirere laboras. Quod argumento est hypothesin hanc non esse per omnia veram, vel saltem mancam esse. Ex vicaria prostaphaereses Martis inquiris. Ex vera distantias. Si vicaria vera, tunc utrumque daretur simul, vera tua hypothesis per omnia esset vera, non indigeret vicaria. Laborandum ergo maxime erit, ut talis aliqua hypothesis excogitetur, quae quam proxime in omnibus, ipsi coelo respondeat, quod mihi non adeo difficile sane videtur, si imaginationem tuam de duplici Solis excentricitate abjeceris. Haec, crede mihi, si recte judico, unica et verissima causa est, quod duplicem etiam hypothesin Martis constituere necesse habeas. In Solis hypothesi centrum eccentrici supra terram omnino esse oportet, sive quo ad veterem suppositionem, sive recens abs te excogitatam. At ad salvandos motus Martis dimidia illa eccentricitas Solis, quam tu a terra sursum ponis, deorsum potius vel sub terra imaginari debet. Hinc fit, ut tuae distantiae ne quaquam veritati respondeant, quia propter considerationem dimidiae excentricitatis supra terram distantiae nimium a terra (quae sub centro excentrici Solis est) removentur et contra. Haec velim te diligenter considerare, et imaginationem in Sole abjicere. Quaeso hunc objectum nodum ense veritatis mihi solvas, at noli judicium praecipitare, ne sero poenitentia tibi eveniat.

Bono haec animo in veritatis patrocinium scribo, quia post priores literas diligentius omnia consideravi. Tu Martem Soli nimis arcto vinculo alligas.

II. Abs te quaero, quaenam sit verissima causa, duplicis in Marte et superioribus ceteris et inferioribus quoque excentricitatis. Hanc inquirere non utile solum est, sed ad demonstrationem maxime necessarium. Si causa vera cognita fuerit maximum lumen mathesi inferetur. Ego omnino existimo, Solis excentricitatem sese immiscere excentricitati Martis ut et reliquis, quae implicatio excentricitatem quoque implicitam reddit. At si a Sole duplicis excentricitatis causa aliqua eat, tunc ab apogeo Solis una illarum excentricitatum duplicum incipere deberet, major vero excentricitas ab Apogeo Martis. Sic illa excentricitas, quae a Sole causaretur, a vero suo principio quoque inciperet, et alteri excentricitati sese recte immisceret. Ad hoc non vide-

tur fieri, cum juxta Copernicum motus Circelli utriusque ab Apogeo Planetae incipiat. Quo modo igitur vera esse poterit haec ratio, quae diversis causis unum et idem principium tribuit, cum potius singuli motus ad singulas suas causas essent referendi et adaptandi, sc. minoris excentricitatis ♂ variatio ad Apogeum Solis (cum in illius linea haec excentricitas consideretur); majoris vero Excentri ♂ variatio ad Apogeum Martis.. Si hoc non concedis certe Sol non erit sua excentricitate causa duplicis excentricitatis Martis.

III. Latitudinem Martis vis considerare non in apparenti Circulo, sed proprio, in quo latitudo se proportionaliter habet, in alio non item. At juxta tua ratiocinia via Martis est ovalis et non circularis. Quid igitur prohibet, ne et latitudines se non habeant proportionaliter, sed via sit tortuosa, vel ad ovalem quodammodo formam inclinet. Concludo igitur in apparenti circulo latitudinis, reductiones esse instituendas et hypothesi adaptandas et proinde quoque Tychoniana hypothesis non erit male instituta juxta reductionem loci visi, quod vero tibi videatur illa (quo ad prosthaphaereses) nonnullam differentiam ingerere, illud potius excentricitati non exactissime constitutae, ejusque proportioni non omnino accuratae adscribendum existimo. —

IV. Scribis de aequipollentia hypothesium Copernici et Ptolemaei, quo ad prosthaphaereses, quod num verum sit non video. Nam mutandam esse excentricitatem ipsam nonnihil et numeros utriusque quoque excentrici. Ergo ratio non erit eadem. Mea quaestio fuit et etiamnum est, an retenta eadem excentricitati totali, ejusque proportione simili, aequipollentia sequatur; vel una et eadem posthaphaeresis ♂ detur vel si non, quae differentiae sit causa.

V. Causam miraculosae et vix credibilis apparentiae in latitudine Martis, sesqui mense ante oppositionem acronychiam saepius expetii, nam longum hos a veritate et ipsis observationibus recedere omnino puto.

VI. Schema quoque et rationem Calculi expeto, quomodo ex tribus parallaxibus Martis ad idem excentrici punctum factis, semidiameter orbis annui inquiratur etsi vis exempla talium trium observationum mihi communica. Nam ego non habeo talia exempla. Facies gratum, si mihi communicaveris.

VII. Intellexi ex literis Domini Tychonis beatae memoriae et tuis quoque in eclipsi solari corpus Lunae (et si diameter illius tunc major esse deberet diametro solis) includi vel comprehendi a

solari corpore. Si hoc verum est aperte falsa erunt tot historicorum testimonia de multis eclipsibus; praesertim quae aõ 1416 appareret tempore Joh. Huss cremati.

VIII. Scripsi etiam nuper an inquisitio excentricitatis juxta modum Copernici, per dimidias subtensus, vel sinus simplicis fieri non possit, et cur non.

IX. Puto tibi non ignotum esse, artificium Byrgianum condendi tabulam sinuum juxta rationem in fundamento astronomico Raymeri obscure indicatam. Quaeso unico exemplo mentem problematis mihi patefacias.

Esen d. VIII. December 1602.

Fabricius an Keppler.

Jam ad astronomica me converto. Hypothesin tuam novam in Marte excogitatam primis literis ut imperfectam taxavi, constituis veram et vicariam. Sed mi Domine cur non unam, quae omnibus satisfaciat, constituis, hoc artis opus esset, et veritatem illius demonstraret. Quae, quaeso, causa est in ipsa hypothesi, quod in parallaxibus enucleandis 2240 partes auferre ab excentricitate cogaris *). Redde mihi probabilem aliquam causam et fidem mihi facies. Ego inde puto evenire, quod in solis vero motu centrum excentrici figas, idque supra terram, et sic lineae distantiarum Martis a Sole, a terra longius provehuntur, quam revera debent. Igitur post auferre te oportet, ut eo propius Mars terrae admoveatur. Sed de his apud Minquitium plura adduxi. Tu, quaeso, solide responde et causam subtractionis proba late, quae hypothesi consentiat et ex illa demonstrari possit, mihi adducito. Ego proprium orbem annuum Marti fabrico, cujus centrum sit infra terram ad $\frac{1}{2}$ excentricitatis solaris distantiam, et facio in eo motum centri parallelum motus medii solis lineae. Sic inter centrum tui orbis annui et mei intercedunt 3600 partes in orbe solari aut 2240 respectu orbis Martis. Haec tibi bona et uranica fide communicare volui.

---

*) Bemerkung Keppler's

$$\begin{array}{r} 9165 \\ 2240 \\ \hline 11405. \end{array}$$

Sic declaratur.

Hic (Fig. 20) duos diversos orbes vides, *DFG* orbis Solis tuus, centrum ejus *A* distans a terra 1800, ut vis. —

Novus orbis annuus meus *KES*, cujus centrum *C* infra terram ad $\frac{1}{2}$ eccentrici Solaris magnitudinem. Centrum eccentrici Martis in *E* puncto, linea *TE* parallela motus medii solis. Differentia *A* et *C* centrorum utriusque orbis aequat excentricitatem Solis integram.

Nota. Semidiameter minoris Circelli aequat distantiam centrorum utriusque orbis, Solis quidem (absque aequante) et mei — $1\frac{1}{2}$ excentricitatis Solis. Hinc et indagari poterit causa utriusque excentricitatis in Marte, idque melius quam in tua.

Cum igitur in parallaxibus tu ad centrum *A* totam parallaxin inquiras, quam ad *C* deinde ad *B* inquiri deberent, hinc fit ut quanto centrum excentrici Martis in sole altius a terra profertur, quam debeat videlicet ad quantitatem *AC* (ratione hypothesis) tantum oportet te rursum detrahere ab excentricitate, vel quod idem est a distantia Martis a terra ut verum parallaxeos angulum consequaris. Hic tibi ostendo veram causam tuae subtractionis, quam tu ex tua hypothesi commode defendere non poteris, et sic vides centrum excentrici in alio orbe volvi et frustra aequantem Soli tribuis.

Si mea uranica scripta apud me fuissent, omnia fusius declarassem. Hanc hypothesin multis nocturnis diurnisque cogitationibus effinxi et puto veritati responsuram. Constitueram eam hic ruditer effictam, calculo comprobabo, verum incidentes belli motus impediverunt.

Commensurationem a me in hac constitutam (quantum in memoria teneo) adscribo. Excentricitatem Martis simplicem accepi 20050. Semidiameter majoris Circelli 16260, minoris 3790. Distantia centri orbis a terra ad $\frac{1}{2}$ excentricitatis solis constituta. Anomaliam Martis aequabis per angulum *CEB* per cognita latera *CB*, quod dimidiae Solis excentricitati aequale et *CE* radium et angulum *ECB*. Quaeso examines et calculo comprobes. Ego reductione Tychoniana ad tempus hoc usus sum et etiam nunc utor, quaro in hac hypothesi idem ut facias necesse est. Exacte omnia, nondum ut dixi (ob illatum his regionibus bellum) constitui.

Hic tu aperte vides Martem non verum sed medium motum Solis excentrici sui centro aemulari. Exspecto tua fulmina imperterrito animo. Placeo mihi in mea, ut tu in tua.

Miraberis imaginarium illud punctum vel centrum excentrici tantum posse, quam Sol in tua potest.

Non dico, quod tuus calculus in Marte a vero declinet, nondum enim haec comprobavi, et dico hypothesin tuam imperfectam esse cum ex una motus mensurare non valeas, nec subtractionis 2240 partium ab excentricitate Martis rationem demonstrabilem reddere possis.

Potest etiam haec mea ad verum motum accommodari, sed nondum tentavi. Quaeso mihi tuum judicium censuramque liberte et ingenue patefacias.

Jam ultimo novas quaestiones tibi ut Apollini propono, cur Luna duplici Dierum aequatione opus habeat, quae ejus verissima et simplicissima causa sit; nam Tychonis verba in lunaribus non percipio. Si demonstrari potest, quaeso aliquo schemate rudi demonstres.

Quaeritur cur tu ad mobilitatem terrae potius tuam hypothesin dirigas, quam ad Solis mobilitatem, prout Tycho fecit, quae ratio et commodior et ipsi veritati magis consentit. Rogo ut schema hypothesis tuae ad mobilitatem solis mihi delinees cum dimensuratione circulorum et modo supputandi longitudinem et latitudinem brevi. — Volo enim juxta tuam normam hypothesis tuae veritatem explorare. Misisti quidem antea sed propter motum belli et illas literas et alia mea alio transferre fui coactus, ita ut nihil modo penes me sit, nec et certus esse possum quam cito huc referri possit, cum adhuc omnia armis agantur.

Esenae, 1. Febr. v. st. 1603.

Fabricius an Keppler.

Miror et valde miror praestantissime Domine Keplere, te tanto temporis spatio nihil literarum ad me dedisse, cum tamen ternas aut etiam plures interim diversis temporibus scriptas, a me acceperis, quas tibi a Canceliario Ostfrisico D. Thoma Francio tui amantissimo probe traditas fuisse, nihil addubito. Si vero redditae non essent, ab ipso vel ejus secretario Abrahamo repetere eas poteris. Dedi quoque alias Dno Andreae, Dni Minquitii secretario. Contenta priorum literarum non repeto, cum multa sint, addo tantum pro more et amore Uranico nonnulla.

1) In enucleatione lateris, quod in orbe annuo parallaxibus

subtenditur, tu diversos modos in literis videris indicare, quorum tamen nullus (si modo sententiam tuam recte percepi) veritati respondere deprehenditur. Vel ex loco Solis vero, et dimidiae Eccentricitatis ☉ latere et semidiametro orbis, vel 2) ad mediam anomaliam addis dimidiam aequationem, et nescio quibus lineis eam applicas, 3) dicis eodem modo investigari illud latus, quo distantia ♂ vera investigatur.

Sane non intelligo, quomodo haec consentiant, et cum tu Copernicanam hypothesin in ☉ retineas et omnia invertas, eo minus omnia apte cognoscere potui. Faceres igitur meo judicio rectius et utilius, si ad systema Tychonis vel motum solis omnia constitueres et unum eumque exactum mihi modum (quem sequendum putares) ostenderes. Qua de causa te hisce rogatum volo, si vacat, sin minus, nolo te gravare παρέργως.

2) Quae de hypothesi a me constituta ante annum vel $1\frac{1}{2}$ tibi proxime significavi, etsi nondum exacte comprobata, quomodo tibi placeant, scire cupio. Ego certe mihi placeo in ea. Tu retinendo orbem solis ad salvandos motus ♂, in labyrinthos incidis et varia imaginari cogeris, jam addendo, nunc subtrahendo, vel hoc vel illo modo, angulos transformando. Vera hypothesis iis non indiget, hoc certus sum, nec ulla in contrarium argumenta hic quaecunque valebunt, si veritatis rationem habere velimus.

Esenae, 7 Maij 1603.

Fabricius an Keppler.

Juxta tuam hypothesin exempla aliquot ♂ calculavi, sed veritatis scopum non attigerunt, quod speraveram fore. Video nondum sufficere tuam hypothesin observationibus. Ego ex variis exemplis cognovi, motum quendam annuum, commensurabilem soli, inesse Marti. Acronychia respondent hypothesi, at in locis extra acronychia non item. Non sufficit aliam ponere Eccentricitatem pro distantiis in circulo Martis, sed oportet et motum commutationis ♂ annuum considerare, in quo omnis diversitas latet, non in ipso orbe aut orbis ♂ dimensione, sed orbe annuo. Miror te in exemplis hoc non animadvertisse. Vide exemplum 1587 9 Jan. hora meridiana, exemplum Tychon. ♂ in 2° 47′ ♎. 1602 18 Ju. hora 10 p. m. ♂ juxta meam exactam observat. in 27° 43′ ♍. Tua hypothesis dat 28°

12' ♍, si recte memini. Sic et in aliis, quae adhibui exemplis. Quare ut diligentius tuam hypothesin consideres moneo, et motum commutationis exactius et penitius examines. Haec sane cum per calculum vera adinvenerim, libere tibi scribere non sum veritus.

Esenae, 18 Junii 1603.

Keppler an Fabricius.

Jam haec sexta mihi abs te, jucundissime Fabrici venit Epistola, quam jussu Cancellarii Abrahamus vester ad me in aedes meas detulit per platearum longissimarum profundum lutum. Instas in fine de meis Opticis: quo serius tibi satisfaciam tua efficit importunitas et machinae in efflagitando responso. Igitur ad ea, quae scripsisti 8. Novembris primo. Agnum hic agis, ita es innocens. Placet tibi demonstratio aspectuum, reductionem ad Eclipticam approbas, Divisionem Eccentricitatis ☉ admittis: Sanitatem recuperas ab astrologica febri, nec quidquam ibi scribis quod in hac re non eximie probem. In sola latitudine ♂ haeres. At interea et scripsi de ea sufficienter ex fide observationum Tychonis. Mittis observationem ☿. Gratias ago. Petis elongationes ♀ ☿. Non est mihi expeditum hoc negotium, dabis veniam. Multa Mercurio tribuis: sane et ego. Utrumque docuit experientia. Tu etiam a Theologia petis rationem. Pie. At nolim hoc axioma leviter prostituere in Natura, cujus sunt rationes aliae, solere deum per minima efficere maxima. Quando enim in natura tale quid occurrit, ratio subest, et captu non difficilis admodum. De generalibus caussis mutationum aëris dixi copiose in meis thesibus, non possum clarius, nec quidquam invenio melius: ubi et de Eclipsibus et Revolutionibus sententiam dixi. Petis et artem aquae ducendae. Confirmo tibi Belgis tuis fore utilissimum exhauriendis subito navibus. Est sipho (pompa) circularis, non qui fit ex duobus intermittentibus compositus, sed unus continuus. In fodinis non puto magno usui futuram. Ludificatus est me artifex accepta pecunia 27 R., nec hanc nec artem reddit. Sigismundus Polonus natus est Jove culminante in 1 ♎, Luna inter ♄ et ♂ in Leone stante in VIII aut IX. Solo in ♋.

1) Ad eas quae scripsisti 8 Decembris. Placuerat bisectio Eccentricitatis ☉, nunc eam accusas perversae hypotheseos

Martis. Movet te hypothesis non sibi sufficiens, sed asciscens quasi in auxilium alteram succenturiatam, quae falsa sit. Audi Fabrici sola vera sibi sufficit, sed tu et ego ejus nimium operosa dictata nequimus exsequi. Summa haec est, Mars circulari lege soli appropinquat aequales Epicycli arcus conficiens temporibus aequalibus. Ad singula vero momenta sui accessus ad Solem mutat modulum suae celeritatis. Nam in apogaeo tarde (circa proprium Eccentrici centrum) volvitur. Et tamen ad singula momenta, distantiâ suâ a sole, monstrat certum suae celeritatis modulum. Collectione igitur omnium distantiarum, quae sunt infinitae, habetur virtutis effusae certo tempore summa; igitur emensi circa centrum Eccentrici (adeoque et circa solem) itineris. Ito tu jam, et vel infinita ejus viae puncta, vel arcus in minutissima sectes, puta in dena scrupula, computa: invenies idem, quod ego invenio ex hypothesi vicaria, vix dimidio scrupulo deficiente. Ego vero citius ero expeditus: tibi ab apogaeo incipiendum et per minima erit eundum, quare immanem laborem hauseris. Ad compendiosam vero solummodo calculationem genuinae hypotheseos et cujuslibet loci eccentrici seorsim, sine deductione per minima usque in apogaeum aliquid mihi deest; scientia Geometrica Generationis viae Ovalis seu facialis μετωποειδοῦς ejusque plani sectionis in data ratione. Si Figura esset perfecta Ellipsis jam Archimedes et Apollonius satisfecissent.

Ego primum meam bisectionem Genuinis et propriis principiis demonstrabo. Sic ipsam facile hac criminatione corruptae Sphaerae Martis sum liberaturus. Adeoque in tuam gratiam transformavi hic omnia in formam Tychonianam sic ut pomposa Tychonica sedem occuparet mediam, Copernicus ad lateris angulum se receperit. Principii loco pono Martis motui vero in Eccentrico nullam aliam inferri variationem, quam apud Tychonem annuam a Sole circumlationem, apud Copernicum plane nullam. Id non tantum ab omnibus omnino astronomis est receptum, sed et rationi consentaneum. Ergo post integras anomalias Martis, quae certo dantur in tempore ex confessione omnium erunt anguli *A* ⊙ ♂ aequales et lineae ⊙ ♂ aequales, ubicunque sol sive terra in suo orbe consistat longe vel prope. Sunt autem *A* ⊙ omnes parallelae, quia Apogaeum insensibiliter interea procedit. Neque tamen ♂ ⊙ lineae aequales erunt, sed etiam, si ex ♂ in medium solis locum lineae ducerentur, quod addo ne tibi suspicionem moveat, quamvis haec mentio meo instituto non sit necessaria. Tertio ex calculo Tychonis dantur

vera loca linearum $T\odot$ sub fixis, quare et anguli $\odot T \odot$ vel in Copernico $T\odot T$. Quarto ex observatione dantur certissima loca linearum T♂ sub fixis ad omnia loca Solis. Quinto $TTTT$ vel $\odot\odot\odot\odot$ praesupposita sunt esse sensibiliter in uno circulo. Quare his plane assumptis, non pluribus, non paucioribus, necessitate triangulari, datur proportio omnium $T\odot$ ad ♂$\odot$. Id etiam tentavi ductis rectis ex ♂ in locum Solis medium secundum Eccentricitatem 3600. Nam inventus est ille medius $\odot$ inaequaliter distare a Terra, ideoque non vere esse medius $\odot$.

Porro ex datis longitudinibus $T\odot$ sic ordinatarum plane necessario sequitur certa aliqua Eccentricitas, eaque 1800 proxime, plane ut et ratio naturalis suadet. Hic te Fabrici virum praesta, et non illa Christmanniana argumentandi forma me oppugnes, cum principia videas ob oculos, quibus dissolutis ruet, quod superaedificavi, stantibus stabit, contra omnes Martiae hypotheseos furores. Nam, ut jam pergam, stantibus his, stabilitur unā locus lineae $\odot$♂ sub fixis (quamvis hic etiam ex observatione haberi possit, si altera ex his 4 observationibus sit ακρονυμος, ubi Mars exuitur parallaxi et spectatur in suo vero loco Eccentrico, in quo etiam est post integras revolutiones, ubicunque tum Sol sit); stabilitur etiam proportio ♂$\odot$ ad quamcunque ex(?) $\odot T$ et ad radium ejus circuli, in quo sunt omnes $\odot\odot\odot\odot$ vel omnes $TTTT$. Consimili plane methodo invenitur eadem distantia ♂$\odot$ si ♂ sit circa A et si sit circa perigaeum, et si circa longitudines medias. Comparatione igitur facta invenitur $E\odot$ Eccentricitas, et — $A\odot P$ longior, quam ut ♂$\odot$, vel in hoc vel in altero semicirculo stare possit. Unde discitur, Martis motum esse figuram Ovalem, quod rursum Physicis rationibus apprime consentaneum est. Quare si motus intenditur cum appropinquatione ♂$\odot$, statim sequitur, ut hactenus quidem Geometria fuit exculta, locum ♂ eccentricum computari non posse compendiose. Quaeritur ergo punctum circa E, circa quod quamvis imaginarium, calculus compendiose procedat. Id autem quaerere necesse non est. Jam enim inventum est cum acronichiarum observationum calculus per quaternas observationes institueretur.

Quid hic quaeso duplex Solis Eccentricitas? Age paciscere mecum. Utere Tychonica antiqua hypothesi acronychiarum, quibus omnibus locis ad 7' circiter scrupula satisfacit, dissimulato hoc erroculo. Postea utere hac forma demonstrationis, et sit

tibi ⊙ locus solis medius et $T\odot T$ vel $\odot T\odot$ anguli ex mediis motibus Solis prodeant, invenies nihilominus $\odot T$ inaequales et Eccentricitatem 1800, cum illas aequales, hanc nullam esse debuerit. Invenies $E\odot$ eccentricitatem Eccentrici longe aliam (saepius et in vario Martis situ, in Apogaeo, perigaeo, longitudinibus mediis ex E oppositis, iterata tota prsgmatiâ) quam habiturus es in hypothesi acronychiarum, invenies duas ♂ ab E distantias in mediis longitudinibus oppositis breviores quam $A\odot P$. At quia omnia ad medium motum Solis reduxisti invenies longiores in alterò semicirculo, quamvis aequaliter ab apogaeo distent. Et alia multa anomala contingent. Occurrendum est etiam sic tuae superiori: si caussa ancipitis hypotheseos (quam tamen jam explicavi) esset in Eccentricitate Solis, certe apogaea ♂ et ⊙ 48° gradibus distantia: impossibile igitur esset, ut mihi idem in uno semicirculo prodiret, quid continet apogaeum Solis, quod in altero quid perigaeum solis habet. Atque ecce, in sequentibus tute ipse arripis, tibique objicis ipsi; utramque inaequalitatem ab Eccentricitate et solis et Martis a suo incipe principio, Et confundi *). Quamvis tu in alia materia usurpes. Nempe per apogaeum Solis speras aequantem Martis tollere: frustra hoc ipso argumento, quod aequans ex nudis acronychiis extruitur, ubi Sol plane nihil facit sed est ac si ♂ ex ipso centro mundi spectaretur. Mi Fabrici: gratiam quidem meretur tuum veritatis studium et sollicitudo. Caeterum haec res non agitur conjecturis et suspicionibus talibus. In aeternum nihil certi nancisceremur, nisi aliqua certa et firma praemitteremus. At tu putas, quod ego prius mihi fingam aliquam concinnam hypothesin, in ea exornanda mihi ipsi applaudam, postea demum illam ad observationes examinem. At longe falleris. Verum est, ubi hypothesis observationibus extructa et confirmata est, postea mirifice gestio, si in ea naturae concinnitatem aliquam inveniam. At nunquam antea plane concludo. Ego sesquianno prius mihi de bisectione Eccentricitatis somnia physica finxi, quam plane concluserim. Nam per 1800 semper 2300 prodibant. At errores erant in observationibus male deductis ad Eclipticam, quas tanto post tem-

*) Der Abdruck dieses und des folgenden Satzes ist diplomatisch genau. Mir scheint, dass Keppler habe sagen wollen: Nach deiner Meinung heben die beiden Ungleichheiten, die sich in der Bewegung des Mars vermischen, die eine von dem Apogäum der Sonne, die andere von dem des Mars als von ihren Anfangspunkten an.

pore demum deprehendi. Iis sublatis celerrime 1800 prodiere, et ex omnibus pragmatiis, quarum non minus sex, quasdam senis instructas revolutionibus pertractavi. Tunc sane mirificus apud me ortus est consensus concurrentibus confertim et cum impetu eventibus his observationum inde physices ratiocinationibus.

Nam ut tua Quaestionum vestigia continuo sermone sequar: scito et puto me jam saepius inculcasse) aequantis caussam esse φυσικωτατην: non tamen ejus aequantis, quo nobis ad compendia calculi est utendum. Nam is per suam ipsius caussam, qua locis Eccentricis satisfacere demonstratur, arguitur falsitatis circa dispensationem distantiarum et viae Planetae. Requirant acronychiae Eccentricitatem AB, aequantem BC, docebo ego ex caussa physica sine parallaxium auxilio (quamvis hae me primum docuerint) ex AB, BC inquirere quantitatem DE verae Eccentricitatis, quae est $\frac{1}{2}$ de DF meâ paulo breviore, quam AC. Haec DE vera Eccentricitas dabit veras distantias et viam ♂ veram, atque etiam loca ♂ vera, sed laboriosissime.

3) De latitudinibus Martis, satis in quiete. Prius placueram. Si via longitudinis, inquis, est ovalis, poterit et via latitudinis esse tortuosa, quare reductio Tychonis vera; tua vero replena opinio impingit in malam Eccentricitatis ordinationem. O praedatorem quam egregie mihi fugiendo negotium exhibes, nullam munitionem obsidens, nunquam aperto marte congrediens. Quid opus suspicione. Ovalem ego figuram primum ex observationibus demonstravi postea naturali speculatione roboravi sic ut ex duobus aequalissimis principiis unum tertium inaequale prodiret. Tu si tale quid praestiteris cum tua tortuosa latitudinis via viceris, et ego inutiliter Tychonica taxaverim. At qui possis cum haec tortuosa via latitudinis sequatur ex mea hypothesi longitudinis, quae nondum est eversa, ne quidem obsessa. Nam tu quidem contra eam solita pila jacularis, suspiciones inutiles principium petentes. Id proba, male habere meam Eccentricitatis ordinationem destructis iis, quibus videas superaedificatam.

4) De aequipollentia hypotheseon sentio plagam in digito pedis minimo. Fateor minimum aliquid mutandum est in dimensionibus, ut aequans Ptolemaicus et Epiciclium Copernicanum paria faciant. Neque sic tamen plane aequipollebunt si quis

infra secunda scrupula posset descendere. Caussam quaeres in Copernico ubi de trium superiorum inaequalitate in genere agit.

— — — — — — — — — — — —

18) Revocas me ad theoriam Martis. Supra multa. Sequar te tamen. Causam petis probabilem, cur postquam constitui acronycha Eccentrici loca per certam Eccentricitatem ab ea postea in quaerendis parallaxibus aliquid demam. Respondeo. Vitium omne ne sic quidem abest cum aucta utar eccentricitate, nec plane loca ad unguem reddi possunt, si libet ἀκριβολογεῖν: sed esset utendum justa eccentricitate, sed per operationem plani Ellipoidis seu Metopoidis. At per vicariam et auctam Eccentricitatem compendiosius et intra sensus subtilitatem descenditur. Aequipollent enim secundum magis et minus variae hypotheses. Primum si utaris immanissima Eccentricitate, nihilominus in apogaeo et perigaeo loca sequentur, dummodo Apogaei locus et revolutionis tempus verum habeatur. Reliqua loca omnia vitiose prodibunt. Deinde per Eccentricitatem totalem, quatuor loca, in Apogaeo, Perigaeo, intermediis constitues vere, deerit aliquid locis caeteris omnibus: sic tamen ut nihil impediti fuerint veteres hoc exiguo defectu, in Lunae motibus investigandis. In Marte adhuc major Eccentricitas Solis magnum in octantibus facit errorem. Nam si BA (Fig. 21) tanta Eccentricitas, quantam requirit BDA angulus aequationis maximae, tunc si BC, BD sint radii et GBC simplex anomalia, cadit AC nimis in consequentia, etiamsi AG, AD officium faciant. Ut ergo et AC plus in antecedentia secundum requisitum observationum inveniatur, oportet ducere AF et tamen manere GBC anomaliam simplicem seu mensuram aequalitatis, ergo sit sectio in F, quare FB minor quam CB, fit ergo aliqua aequalis CB vel DB radio, sit FE, sic ut FE, ED jam sint aequales. Itaque octo locis in ordinem redactis patet qualiscunque hypothesis vera sit, haec tamen hypothesis unâ officium facit, nam etsi nonnihil reclamarent adhuc, quae inter GF et quae inter FD, si major esset eccentricitas. At ut in Sole, locus C referens quatuor loca ex simplici BA Eccentricitate non nisi $1\frac{1}{2}$ scrupulis reclamat, ita jam in Marte sedecim loca intermedia minus reclamant: quamvis nec prius Solis nec jam Martis hypothesis vera sit.

Sit jam (Fig. 23) $INKO$ perfectus circulus Martis et HP vera Eccentricitas. Et quia ex causis physicis HI est longior quam PI, tardus igitur planeta est in I, motu circa Solem, aequabilis vero motus est in Epicyclo quo accessum ad Solem conficit

(quia ille ex Sole alienus et hic proprius est: ille a vi per spatium extensa magis magisque attenuata, hic nutui similior nullam capiens intensionem causa spatii, quia in ipso planeta semper) praecurrit igitur hic Epicyclicus Solarem in *I*. At si ubi motus circa Solem tardus, ibi et tardus esset motus in Epicyclo ad Solem tunc *INK* perfectus circulus describeretur, jam quia celerius descendit ad Solem, tardius circumit, ideo ingreditur ad latus *L* et hoc semper usque in *K* tunc iterum coincidit. Atque ego omnino persuadeor, hinc nasci motum apogaei, nondum tamen consideravi. Exerceare quaeso mecum in dubium eventum. Esto ut Mars tam magnam capiat temporis periodum pro Epicyclio suo aequabiliter conficiendo, quam magnum erat futurum tempus restitutionis circa ⨀, si totum circulum perfectum permeasset. Jam vero quia hoc non fit, non enim *INKO* viam permeat, sed *KM*. Et vero planum metitur tempus, ideo citius circa Solem vertitur ♂, quam Epicyclum absolvat, citius quam si in *INKO* circumisset. Quo enim propior Soli hoc celerior, propior autem in universum in *ILKM*. Ergo sic ♂ capiens in *I* et *K* principiis periodi conjecturam celeritatis ex *HI*, *HK*, quasi totus circulus sit futurus, tardius venit ad initium et sic apogaeum promovetur. Atque haec causa esto, cur omnium planetarum apogaea in consequentia moveantur. Ecce quam feliciter pugnaverim, credis tu, me vicisse? Sane triumphum canerem, nisi me moveret proportio. Nam in Marte et ☿ Eccentricitas est maxima, celerrime igitur aliqua particula periodi conficeretur ab apogaeo. Solis apogaeum tardissimum esset. Id falsum. Ducentis fere annis absolveretur periodus apogaei Martis, quia *ILKNIOKM* est fere centesima pars de *INKO*. Maneat igitur haec lis sub judice. Sed ad rem. Cum igitur ut planum *ILKM*, sic tempora periodica (quia omnea distantiae sunt in plano circuli) accumulentur in *IK* Apogaeum et perigaeum et diminuantur a longitudinibus mediis. Quare si totum tempus periodicum dividamus per planum circuli, prodibit valor lineae, quae minor est quam *PI*, major quam *PL*. Priusquam hoc pertexam, oportet aliquid interponere. Prius enim a vicaria hypothesi in perfectum circulum Martis motumque physicum, inde a perfecto circulo in veram deficientem a circulo orbitam es traducendus. Igitur quia *EA* (Fig. 21) nimis est magna Eccentricitas, quam ut a parallaxibus annuis tolerari possit (in hoc enim nodo haerentes Tychonianos inveni 1600 Februario. Processerat negotium usque ad parallaxes annuas, et etiam latitudinem acronychiam visibilem. Haec duo non poterant conciliari a Christiano Severini). Et quia Ptolemaeus in-

venit, dimidium ipsius *BA* tolerari in parallaxibus annuis: ideo conclusi ego de eo, quod jam pridem agitaveram animo, ex plano anomaliam simplicem esse desumendam. Sit enim (Fig. 23) anomalia simplex *IHO* et Eccentricitas *PH* sit dimidium de *BA*. Et sit jam *IPO* rectus. Sicut ergo *IPO* est quarta pars plani, ita quarta pars anomaliae hoc est 90 gradus ablati ab anomalia majori relinquit planum trianguli *PHO*, cujus *HPO* angulus et latus *PO* dantur. Prodit ergo *PH*, quare et *POH*. Est autem *POH* aequationis pars una seu optica, imminutio sz. anguli *IPO* ut sit *IHO*. Contra planum *IPO* est aequationis pars altera seu physica, excessus sz. temporis seu anomaliae simplicis *IHO*, super arcum *IO*, seu ejus angulum genuinum *IPO*, seu planum *IPO*. Sicut anomaliae simplici, quae repraesentatur plano *IHO*, respondeat de eccentrico *IO* arcus seu *IPO* angulus, de aspectu vero *IHO* angulus. Haec si quis diligenter ad calculum revocat, is inveniet, sic ut se habet angulus *POH* ad 360, sic se habere quam proxime aream *IPO* ad circulum, qui repraesentat iterum anomaliam 360. Quare in hac hypothesi physica cum perfecto circulo angulus aequationis et area trianguli sui in hac forma physica, quam proxime faciunt aequalia. Adeoque tantundem, quantus est angulus *BDA* fere, ubi *BA* duplum est ad *PH*. Ergo hinc fit argumenti forma talis.

Eccentricitas maxima serviens longitudinibus mediis in sitibus acronychiis est dimidianda (pro annuis parallaxibus, testibus artificibus).

Eccentricitas maxima, si fiat causa aequationis physica, etiam dimidianda est (pro reddendis longitudinibus mediis aequatis in sitibus acronychiis).

Ergo physica serviens acronychiis, servit etiam parallaxibus. Et proinde vera est. Nam dimidiata sicut in priore praemissa non servit acronychiis omnibus, Tychone observante in Marte praecipue.

Atque haec quidem magno cum gaudio sic inveneram persuasissimus, nihil deesse huic considerationi. At non poteram acronychia loca in octavis circuli intra 7 vel 8 minuta conciliare, si vel centies repeterem. Adeoque plane destiti, existimans, vitium esse observationum. Duodecim tamen erant in promptu loca observata. Saepe ad vicariam redii, dum cogitarem, illam ex quatuor observationibus extructam omnibus duodecim accurate satisfacere. Interim obstabant illi parallaxes an-

nuae. Desperata res erat. Ipsa desperatio spem ostendit. Manum enim de tabula tollens adque parallaxes annuas transferens, dum investigarem proportionem radiorum Martis et Solis (vel terrae) deprehendi, mirabile dictu, *IK* tam longam esse, ut descripto super *IK* semicirculo *IIL* nimis in illum brevis esset hoc situ. Inciderat autem, me *IK* per corpus solis descendere fecisse, non per medium locum Solis: quare suspicio incidit, quanto *ILK* deficiat a semicirculo, tantum *IOK* excessurum: itaque pedem revocandum, nec alligandum motum Martis ad verum Solis. Statim itaque probavi, inveniqne eadem et in altero semicirculo, ut vanus metus fuerit, vereque patuerit, Martem ad latera ingredi utrinque. Incidit itaque de anomalia aliâ longitudini *LH* concilianda, fecique *RHI* angulum tantum, quanta erat anomalia media usus hac fictione, si *LEI* esset transpositus in *HI*, num *RH* et *LH* sint futuri aequales (fingens Martem numeratis quasi circa *H* solem gradibus aequalibus anomaliae simplicis tantundem Epicycli lege *LH* lineam curtare, seu ad *H* descendere). Hoc facto, utroque in semicirculo, plane tantus jam apparuit excessus, quantus prius erat defectus. Ex quo patuit, non *HR*, sed *HS* et *HL* esse aequales: Hoc est, Martem non secundum *RHI* variare distantiam suam *LH*, sed secundum *SHI*: sic curtare *LH*, ac si adhuc dimidia aequatione inferior spectaretur ex Sole, per lineam *HS*, item ac si fecisset plus quam *LPI* angulum in Eccentrico nempe dimidia aequatione *LPS* majorem sc. *SPI*: qui est aequalis *LCI*, quam hactenus jussimus anomaliam mediam repraesentare. Sic ergo Mars dispensat suas distantias *HI*, *LH*, *KH* circa Solem, ac si aequabili motu circa *P* centrum Eccentrici ferretur: Et per aequipollentiam ♂ in Epicyclio aliquo, cujus semidiameter *PH* aequalibus temporibus aequales portiones conficit: Et jam statim aperta mihi via fuit. Et quae folio 19 praemisi, et carcer dubitationum reclusus: itaque continuabo jam, quod folio 20 suspensum erat. Si perfectus esset circulus *INKO*, tota anomalia significaret circuli aream, quae major est areâ Ellipoidis, itaque divisa in aream circuli constituit *PO*. At jam non est circulus, sed Ellipoides minus, conficit et metitur totam anomaliam, ergo plus de anomalia cedet radio. Duobus igitur nominibus Eccentricitas fit minor, quam in perfecto circulo, cujus dixeramus esse dimidiam Eccentricitatem, ejus quae in vicaria. Nam primo, quia ex divisione prodit quantitas radii *PT*, *PX*, ut folio 20 dictum, ideo qui sunt supra *PT* et infra *PX*, longiores plus vindicant

de anomalico tempore. Tempore igitur in medio attenuato circa L, M, Eccentricitas quoque in proportione attenuabitur: praesertim cum ab I multo plures occurrant longiores, quam a K. Deinde fit aequatio optica POH et HPO rectus, debeat igitur ei aequalis esse PLH, ubi iterum HPL rectus, cum autem PO hoc est PN sit longior, quam PL, erit igitur et PH in perfecto circulo longior, quam PH in deficiente. Ex his etiam patet, cur prius in perfecto circulo observationes octantium conciliare non potuerim. Tempora enim accumulantur versus apogaeum et perigaeum contra omnem circuli legem. Vicaria vero hypothesis eo ipso in loco accommodata fuit, ubi maxima differentia sc. in octantibus, quare nil mirum, vicariam officium in Eccentricis locis facere. Haec omnia eo spectant, ut videas, qui fiat ut physica dimidiet aequantis Eccentricitatem, cum vicaria plus dimidio sumat: etenim ne dubium existeret in Ellipoide, prius demonstravi, hoc fieri debere in perfecto circulo, ut dimidium sumatur, postea in Ellipoide minus etiam dimidio opus esse patuit.

Quid jam habes amplius, quod te offendat? An quia compendiose nequit calculari? Nihil nobis, mi Fabrici, praeter Geometriam deest. Doce me Geometrice constituere, quadrare, secundum datam rationem secare Ellipoides, statim docebo te ex genuina hypothesi calculare. Adeoque excita illa tua Belgica ingenia, ut hic me juvent. Eo usque perveni, ut sciam circelli seu Epicycli (Fig. 22) plano summam contineri defectus. Quomodo vero sit hoc spatiolum distribuendum, ignoro; ut cuilibet portioni Eccentrici plani suus defectus adjudicetur. Hoc scio mechanice seu per tentamenta numerorum, si ex A centro mundi lineas educam, etsi $BAGLFB$ aequale est spatium spatio $CEKHDC$, Majus tamen esse FAB spatio ECD, non obstante, quod si CAK rectus, tunc $BFLAB$ aequale esse possit spatio $KECDI$ et LAG spatio KHI: itaque brevius KHI aequale longiori KCI, quia hoc exilius illud latius. Quod si hoc solum sciretur, quanta esset portio ECD, KCI computatio facilior esset quam in quavis alia hypothesi. Possumus tamen inire rationem calculi distributa Ellipoide orbita in 360 partes aequales, seu potius ex termino cujusque arcu educto centro A. Tunc enim fient 360 aeque basea triangula, verticibus in A Sole coeuntia. Sciturque primi altitudo AC, fingitur alterum crus aequialtum, quia parum deest. Datur igitur area trianguli primi in proportione areae CKH, seu CIH subtracto defectu. Ex quantitate hujus trianguli datur tempus seu anomalia, ex anomalia altitudo secundi

trianguli, ex altitudine area, ex area tempus et anomalia, quae juncta priori anomaliae ostendit altitudinem tertii trianguli, et sic consequenter usque ad 360. Praecipere equidem possum, tu exsequere.

Describis mihi et tuam hypothesin et petis, ut calculo examinem. Sed quia addis, te sperare, satisfacturam observationibus et cogitationibus effinxisse: non faciam, inutilis labor. Es etiam irritandus. Ego vero non, ut tu, praeconcipio integram hypothesin, quam postea probem bona spe. Nam fallet nos aeternum spes haec. Pauca pono principiorum loco, inde sequor observationes.

Ad ultimas 7 Maij 1603.

De computanda distantia Solis et Terrae quereris te confundi tribus modis, unum optare. At ego ne confunderem tertio loco te ad similitudinem quaerendae distantiae ☉ ♂ ablegavi. Ipse vero primus modus si minuta sectemur, habet hanc ipsam similem operationem et verissimus est. Secundus vero compendiosus quidem et in sensum nihil peccat, distrahit tamen Solem in operatione a similitudine caeterorum.

Igitur hoc habe perpetuum praeceptum: cognito vero loco Solis si cupis ejus a Terra distantiam cognoscere, primum vide, quantum ab Apogaeo distet, deinde adde huic distantiae ab Apogaeo dimidiam aequationem ejus loci, tertio dic: Ut sinus hujus auctae distantiae ab Apogaeo ad Totum: sic sinus illius verae distantiae ab Apogaeo ad distantiam Solis et Terrae. In Marte puto propemodum idem locum habiturum, tu ipse periculum facias. Sin autem nimia Eccentricitas non fert hoc compendium, mane ergo in proprio modo Marte ascripto.

4 Julij 1603.

Fabricius an Keppler.

Licet ad te praestantissime Mathematicorum nostri saeculi princeps D. Keplere ter quaterve hactenus scripserim, videris tamen omnia vel ex proposito vel aliis impedimentis suspensa (?) habere. Nisi autem de tua humanitate et rescribendi facilitate et promptitudine mihi sat constaret, putarem te meas aversari

literas aut earum legendarum taedio te laborare. Quando vero commodus mihi nunc datur lator, volui caeteris quatuor et hasce adjungere literas, ut sic ad respondendum te tandem aliqnando permoveam. Primo ad tnam hypothesin ♂ venio. Gavisus sum magnopere, quod per te restitutus nobis esset Mars, sed gaudium meum post in majorem tristitiam conversum fuit, cum per exempla varia cognoscerem observationes tuis hypothesibus non respondere. Apponam hic duo exempla tantum brevitatis gratia

1) Anno 87 8 Jan. hora 11 a. m. locus ♂ datur 2° 36′ ♍ revera ex observationibus Tychonis est 2° 47′. Vid. lib. epist. Tychon.

2) Ao 1602 18 Junii, hora 10 p. m. ♂ a me observatus exacte in 27° 43′ ♍, latitudo borealis 1° 15′ tua hypothesis dat 28° 6′. Puto me tuum praescriptum ex toto secutum fuisse, nisi forte (quod mihi videtur in orbis annui semidiametri inquisitione esse varietas dubia) non bene intellexerim te, quod tamen in alterutro horum commode per integrum calculum mihi declararo posses. Videris nempe varios modos inquirendi orbis semidiametrum ostendere, qui tamen non in nnum, ut mihi videtur, conveniunt.

Cum igitur sic tua hypothesis apud me in dubium venisset, ego inquisivi in illius fundamenta per observationes certas, et cognovi motnm ♂ adeo implicitum et varium, ut paene desperaverim de motuum restauratione per ullum conficienda.

Tu duplici correctione inaequalitati Martis consulere vis 1) correctione distantiarum a ☉, 2) orbis annui. Ego omnino puto distantias retinendas esse (cum in prosthaphaeresi acronychiarum tam optime respondeant) et potius de causa inaequalitatis orbis annui cogitandum esse. Tu vero ut orbem Solis loco Epicycli ♂ habeas, ex una correctione duplicem facere cogeris, et tamen Marti non satisfacis. Quare ut omisso orbe annuo Solis proprium Marti fabrices suadeo, et res ipsa jnbet, cum caelo non satisfaciat. Nam hanc solam esse causam duplicis tuae hypotheseos constituendae video, quod Martem orbi annno Solis alligare vis, facis idcirco dictum Eccentricum ☉lis, ut Marti sic consulas, sed frustra. Nam dimidia illa Eccentricitas ☉laris non satisfacit ad inaequalitatem orbis excusandam nec mutilationi illarum distantiarum a ☉le. Quare ut retentis distantiis cogites primum de varietate Epicycli vel orbis moneo. Inaequalitas a te constituta sane varietatem non excusat. Quae de orbis inaequalitate non ab Apogaeo Solis sed Martis incipienda scripseram, falsa postea cognovi. Quare delevi

et paulo post clarius designavi, ubi inaequalitas orbis ab apogaeo Solis proveniens confirmatur.

2) Invenio maximam differentiam semidiametri orbis (retentis ubique distantiis Eccentrici ex calculo provenientibus): in apogaeo ☉ per acronych ♂ illic existentis datur 6300 (in anno 87 8 Jan.). Contra ♂ in ipso fere suo apogaeo existentis datur Epicycli semidiameter 6587 (ao 97), in perigaeo ☉lis existente ♂ (ao 91) datur semidiameter 5700 circiter. Vides quanta differentia sit. Idque ex proportione distantiarum ad suos angulos. Plurimum igitur miratus sum, cur Copernicus, Ptolemaeus, Regiomontanus unum et eundem semidiametrum esse putent et retineant semper. Differentia semidiametri in apogaeo ☉lis et ipsius perigaeo ad 2 gradus fere attingit. Causam hujus inaequalitatis veram ut dicas rogo. Debebat certe unus Epicyclus omnibus distantiis adhibitis ubique convenire, sed non facit.

3) Etiam hoc tibi proponere placuit, quod in mediis exercitationibus meis martialibus cognovi ex Eccentricitate ♂ et angulo inter ☉ et ♂ apogaea interjecto quocunque provenire, quod ulteriori speculationi inservire possit. Sit (Fig. 24) AB Eccentricitas ♂ 11613, angulus BAC 53° 30′ circiter. Ut ergo angulus C ad AB sic angulus A ad BC et ABC ad AC: 6907, quod fere convenit cum altera tua Eccentricitate ♂. Videtur igitur ☉lem esse causam duplicis Eccentricitatis ♂ vel impliciti illius motus.

Deinde dicis Eccentricitatem distantiarum verarum esse 9165. At ex angulo inter duo apogaea ☉lis et ♂tis per Eccentricitatem ♂ 11613 datur 9500 BC in schemate. Vide igitur mi Keplere, quid haec tuae speculationi offerant, ut veras causas hypothesis tuae et ejus constituas! Veram rationem tandem aliquando cognoscas.

Certe si hac ratione ...... a Sole et hoc angulo provenire in Martis motu, tunc dubium non esset, mutato hoc angulo variari etiam aequantis Eccentricitatem et distantiarum tuarum Eccentricitatem.

Quod si quoque aphelii ♂ lineam per punctum C (at si illic terra esset non in A, ut hactenus opinati sunt) duxeris, videbis etiam normam motus, et simul causas abditas quorundam.

At judico Epicyclum assumendum esse abjecto orbe ☉lis, et melius omnium ratio dari poterit.

Miror cur non accommodes tuam restitutionem ad modum Tychonis vel Ptolemaei potius, quod ut facias rogo, sic plures habebis tuae sententiae astipulatores aliquando.

Vide mi humanissime Keplere, haec candide, amice et libere tibi aperio, ut juvam tuos herculeos labores, quae jam ipse per integrum mensem magno volumine conscripto expertus sum et eo magis miror. Ego in mille formis observationes accommodavi, sed omnia mihi consensere. Video omnium primo acronychia, ejus epicyclos vel semidiametros ita constituendos ex illis, ut exacte conveniant, et inde causa inaequalitatis indaganda in orbe annuo. Post ad examinationem □ et △ progrediendum, ut orbis inaequalitas magis appareat. Quid de his sentias, velim libere dicas, exspecto judicium.

Ut tuam duplicem hypothesin ad unam redigas, res ipsa postulat, alias illa duplicitas arguit defectum aut infirmitatem tuarum hypothesium. Si vera est, oportet partes omnes toti, et totum partibus convenire.

Proponitur quaestio tibi Keplere doctissime, cur ex prosthaphaeresibus apogaeo ☉lis utrinque propioribus, datur simplex vel tota Eccentricitas ♂ major, et quidem in apogaeo Solis maxima, contra in prosthaph. perigaeo ☉lis propiorib. minor Eccentricitas. Differentia utriusque 1890 Eccentr., qualis radius sit 100000. Majorem enim inveni ex distantia ab apogaeo ☉lis Tychoniano et prosthaphaeresi in apogaeo ☉lis 20964, minorem 19074, media inde 20020.

Si una et eadem semper manet et est Eccentricitas ♂, unde haec diversitas? Etsi tu ad implicitum motum utriusque Eccentricitatis me remittas, nihil tamen efficies. Varietas manet.

Quaero quoque abs te, utinam Tycho maximum semidiametrum orbis in ♂ invenerit.

Quod si *CB* (Fig. 25) fuerit 11631 tunc *CA* remotio terrae a Centro Eccentrico *C* erit 6907, ut antea dixi, et tanto propior erit terra semicyclio dextro et contra.

Si vero *CB* tota Eccentricitas fuerit 1855, tunc *OC* fere aequabitur aequantis Eccentricitati, et tanto terra propior *E* apogaeo vero, quam *C* est *D;* et ideo forte ♂ duplic. Eccentr. facit et in apogaeo remotus a terra non ad integram Eccentricitatem, sed ad 11613 tantum, decadente totius aequationis parte aliqua versus *CO*. Cogita tu ulterius de his. Et cum in prosthaphaeresi astronomi subsumant *KN* ut radium, ideo etiam *AK* Eccentr. latus datur quasi minus, quam debet. Sic *KN* major fit, quam 1000 et tamen assumatur in prosthaphaeresibus constituendis ut

radius, ideo ex minori linea etiam minus latus Eccentricorum absconditur (?) angulo prosthaph.

Cum quoque motus aequalis merito ex *B* considerari deberet, nunc vero terra in *A*, valor *B* veniat quodammodo ad *K*, ideo motus mixtus sit.

Esenae 24 Junii V. S. 1603.

Fabricius an Keppler.

Uranicus ardor deferbuit multum, praesertim quod oleum Keplerianum nullum amplius lampadi nostro suppeditetur. Audio te commentarium in ♂ hypoth. adornare. Quaeso diligenter omnia tecum consideres. Videtur major motui ♂ inesse anomalia, quam quis suspicari possit. Ego juxta tuas hypothes. aliquot ♂ loca indagavi, sed minime coelo consentiunt, etsi propius quidem quam caeterorum calculus sit. Inaequalitas latitudinum acronychiarum tibi nova haud dubie consilia suggeret de longitudinis anomaliae causis et locis. Anomalia magnitudinis Epicyclorum vel annui orbis ♂ et inaequalitas latitudinum acronychiarum anne sint correlata, tu videris. Qui causam diversitatis annui orbis recte intellexerit et explicaverit, is longitudinis anomaliam non ignorabit.

Esenae 11 Aug. 1603.

Fabricius an Keppler.

Video nunc in multis me nimium a scopo aberrasse et meis imaginationibus nullo fundamento nitentibus deceptum fuisse. Si iisdem, quibus tu fundamentis usus fuissem, jam dudum in tua castra transiissem. Sed defectus necessariarum observationum in causa fuit. Habeo enim duas saltem ad unum Eccentrici ♂ punctum observationes quam praecise. Tertiam vero intra 12 dies obtinebo. Sic per 3 parallaxes ♂ ad eundem locum Eccentrici juxta tuum modum inquiram bisectionem illam tuam (tuam inquam) in Sole.

Quod vero rationem inquisitionis attinet, ante annum tale schema misisti. Dicis *AD* (Fig. 19) quocunque modo cognoscendum esse sub Zodiaco. Fieri autem commode hoc posse, si acronychice observatus fuerit. Concedo. In ultimis literis innuis eandem ♂ a Sole distantiam vel potius locum sub fixis *AD* non

ut praesuppositur, sed ex caeteris observationibus etiam inveniri posse, quod quomodo in hoc schemate fiat, velim ostendas.

Cupio quoque scire, ad quid cognitio trianguli *FGE* prosit (cum illius quoque singularem delineationem et mentionem facias) cujus tamen nullus necessarius usus sic videtur esse, nam cognito angulo *EDA*, differentia sc. coaequati simplicis motus ♂ et apparentis ejusdem: sic *DEA* angulo, quem constituis differentiam oppositi Solis loci veri et apparentis ♂, dabitur etiam *EAD* tertius etc. Et in proportione assumpta *AD* dantur reliqua latera, maxime *AE* et in reliquis *FA*, *GA*, quorum cognitio necessaria est.

Postea ad orbem ☉lis procedis. Dantur angnli *EAF*, *FAG*, *EAG* quare differentia *EGF*.

Dicis in triangulo *EBF* angulum *EBF* duplum esse, sic nempe reliqui *EFB* et *FEB* in circumferentia manent, prout aequalis motus postulat. At idem non meministi in *EFA* triangulo, ut sc. *EAF* dupletur, quo caeteri *EFA* et *FEA* haberi possint. Quaeritur, an non eodem modo, quo *EFB* invenisti, etiam *EFA* et *FEA* inquirantur. Cupio de his tuam resolutionem.

Non etiam video causam, cur 3 et 4 parallaxes adhibeas, cum ex una acronychia et alia ad idem punctum centri bisectio haberi posse videatur, ut ex *AD* et *ED*. Edoceas me igitur et in his mentem, causam et rationem tuam. Puto te singularia in his habere.

Ubi plenam tuam de his resolutionem accepero, ego ex meis observationibus tribus (quarum una acronychia) veritatem tuae bisectionis inquiram, quam si invenero, omnibus modis illam depraedicandam suscipiam tibique plurimum inventionis novae gratulabor.

Sed heus praestantissime Keplere sunt adhuc quidem scrupuli removendi. Si bisectio in ☉le vera est, tunc latera parallaxi annuarum ♂, in orbe annuo Solis inquirenda sunt non ut in circulari, sed ovali figura. At latera illa juxta tuam hypothesin inquiruntur in circulo *EDF* (Fig. 26), non in ovali *ECF* tum veritati observationum sic respondere dicas. 2) bisectio non erit vera, nam bisectio illa fundatur super motu ovali vel ex eo oritur vel eum praesupponit.

Cum in ♂te motus sit ovalis, ut tu vis, et hinc bisectio illa Eccentrici pro distantiis ♂ veris calculandis oriatur; sic quo-

que contra posita bisectione in ☉le pro distantiis illius a terra, ovalis quoque motus praesupponendus erit.

Hoc primum est, quod me adhuc dubium reddit. Secundum est, quod in quibusdam exemplis juxta tuam hypothesin ♂ calculatis differentiam a caelo ad 20′ et 30′ adinvenerim. Videris tu quidem innuere, deesse tibi adhuc quoddam in Ellipoide calculanda, sed non puto illa tantam differentiam facere posse.

Esenae 22 Decbr. V. St. 1603.

Fabricius an Keppler.

Praestantissime Mathematicorum nostri temporis princeps Dne Keplere, amice Uranice, heri apud tabellarium Dn. de Lichtenstein tibi scripsi de nonnullis astronomicis rebus. Jam ex improviso hic nobilis Lusatus Reinhard. Kikebusch, ipsius domesticus idem iter nomine sui Domini ingredi jubetur, nolui igitur hunc meum familiarissimum amicum (qui jam per annum hic haesit) absque meis ad te dimittere literis. Tu apud ipsum, si unquam alias tutissime mihi rescribere aut ex editis tuis Uranicis operibus quicque, si placet, mittere poteris. Rogo Tuam Praestantiam pro nostra Vranica amicitia, ut ad quaestiones et nuper et nunc propositas respondere digneris, nec remoram injicias, quod parum fructus tibi ex mea amicitia obtingere possit. Balbum et rude in Mathematicis ingenium libenter agnosco. Voluntas non tam mihi, quam facultas et commoditas hactenus defuit. Nunc meliora spero, quia ad novam conditionem promotus sum, quam brevi suscipiam. Tu hic quotidie in aula versaris et tuum nomen adeo nostro Domino et aliis praecipuis in ea viris notum, ac si hic viveres. Dns Cancellarius Th. Fr. te huc salario regio advocare constituit ad professionem scholasticam in Gymnasio praecipuo obeundam. Vtinam fieret et tu induci posses. Ego adeo (absit invidia dicto) tuis speculationibus nunc delector iisque tantum tribuo, ut me pudeat scripsisse tibi de meis nugis. Tibi divina gratia ingenium Mathematicum et .... tribuit, aëneum illud et subtilissimum. Ego sub crasso hoc caelo frisico conceptus et natus phlegmaticus non nisi crassa facio, quare ne te moveant quaestiones meae interdum repetitae, admonere volui.

In proximis literis nova (?) et haec magni ut puto momenti quaestio. Cum Eccentricitatis duplicis constituendae causa sit in

♂, motus ovalis hactenus ignorata ratio, quam tu ostendisti ex ovali, et in Sole duplicem quoque tu constituas eodem modo, sequetur, Solem etiam ovaliter moveri non circulariter, et propterea latera parallaxium annuarum ♂ in annuo orbe ☉lis non quasi in circulo sed in ovali figura etiam inquiri deberent, sicut distantiae ♂ in tuis hypothesibus nunc inquiruntur. At tu distantias illas ☉ a terra ratione dimidiae Eccentricitatis Solis in circulo inquiris simpliciter. Quod etiam ovali ratione fieri deberet, ut in ♂ hinc forte (quod potissimum nunc tibi bona intentione suggerere volui) esse poterit illa differentia, quae adhuc latere videtur in tuis hypothesibus a coelo.

26 Decbr. 1603.

Keppler an Fabricius.

1604

S. P. D.

Delector plurimum, amicissime Fabrici, festivitate tua, qui primum importunus cum nihil literarum impetrare videreris, demum ad deprecatioues oblocutionum tuarum et tandem ad contrarias refutationibus laudationes et si licet adsentationes conversus es. Ego vero, non exspectatis his tuis artibus (ne me blanditiis tuis commotum existimes) Mense Augusto Epistolam verius librum ad te misi decem ad minimum paginarum. Quas tui hic addidere, omnes redditas intelligo. Plurimum itaque miror, tibi nondum lectas. Potuit hoc tibi communis ille noster Ἀγαθοδαίμων Francius indicare. Ex eo tempore quinque aliae abs te mihi literae sunt redditae, quas scripsisti 18. 24 Junii, 11 Augusti, 25. 26 Decembris. In prima Epistola lacessis Martem meum tuis de orbe annuo speculationibus: et miraris inaequalitatem orbis annui a me non animadversam. Respondeo: orbis annui qui est orbis vel Solis vel Terrae plane hanc ipsam inaequalitatem ex Martis observationibus deprehendi, quam Artifices illi ascribunt, cum de motu Solis agunt, hoc dempto, quod Eccentricitatem biseco. Praeter hanc, si qua in Orbe annuo esset inaequalitas, ea utique fuisset a me animadversa. At quia satisfacio observationibus; nullam igitur superesse concludo. Negas tu quidem me satisfacere observationibus. Producis 1587. 9 Januar. Ego, mi Fabrici, huic ipsi omnino vicinissimam inter fundamenta adhibui. Prodigiosum vero errorem: si soboles matrem non agnoscat. Itaque vide ut calculo probe fueris defunctus.

Omnino enim ad ea revolvitur hypothesis mea per calculum, unde fuit extructa.

Producis et tuam 18 Junii 1602 hora 10 ♂ in 27° 43′ ♍, ais meam hypothesin dare 28° 12′, alibi 28° 6′. Computavi, invenio ♂ in 26° 45½ ♍. Latitudo 0° 21′. S. si bene computavi. Ergo tu deducendo observationem ad Eclipticam integro gradu alicubi per oscitantiam auctus es, unde et latitudo vitiosa prodiit. Probo ex annis 85 et 89. Quando Mars in consimilibus locis semper minus habuit in coelo et observationibus Tychonis, quam in Magino. Hoc loco ergo non poterit plus habere, haberet autem, si tua observatio rite haberet. Vide ne gradum unum in instrumento numerando praetererieris. Scribe mihi observationem ipsam. Alterum enim argumentum duco ex latitudine. Mars causa Eccentrici est in 7° 44′ ♍. Ejus nodus in 16° 15′ ♍. Ergo inclinatio circiter 18. Compertum enim habeo, quoties in nodum incidit videre in Ecliptica, ubicunque Terra versetur. At cum sit pene in □ ⊙, parum differet inclinatio a latitudine. Falsam igitur latitudinem esse 1° 15′.

Quaeris cur Copernicus et caeteri inquirant proportionem orbium semel, quae tamen mutetur in omnibus locis. Respondeo positis quae ponunt recte faciunt. Sic autem procedunt. Primo inquirunt Eccentricitatis Martis proportionem ad orbem, quem assumunt 100000. Deinde ponunt Eccentricum, et orbem annuum esse perfectos circulos. His habitis, habetur ad quodvis momentum distantia centri orbis annui a Terra in proportione qualium mediocris est 100000. Per hanc igitur certi loci distantiam eliciunt proportionem orbis annui ad illam distantiam et sic etiam ad mediocrem 100000. Manet igitur haec proportio orbis annui ad 100000, at non manet proportio orbis annui ad quamcunque hujusmodi distantiam.

Optica mea jam penitus absolvi et typos omnes, ad 100 sculpsi. Jam deest occasio imprimendi ante nundinas. Detenta per mensem fuerunt apud Caesarem, per negligentiam cubiculariorum.

Ad alteras 24 Junii. Putas te errare in inquirenda distantia Solis et Terrae. Parum id est, quicquid est. Quamvis non sis erraturus si ex praescripto agas, quemcunque modum sequaris.

Argumentaris, cum distantiae ♂ a ⊙ usitatae respondeant acronychiis sitibus, omnino retinendas. Non sequitur, nihil enim

faciunt ad acronychios distantiae, et si duplas sumpseris, nisi forte ad latitudines, ex quibus quidem non satis accurate cognosci possunt.

Jubes ut Marti satisfiat, proprium Marti orbem condere: imo ne non satisfieret Marti, aliquis omnino in Apogaeo et Eccentricitate similis Soli fuit adhibendus, et idem (si Tychoni credimus parallaxes Martis jactanti) plane aequalis Solari. Ergo omnino ipsissimus Solis. Ita putas ex eo, quod alligem Martem Terrae vel Soli, gemina mihi opus esse hypothesi. Imo hoc a me habet Mars, ut jam non sit alligatus Terrae. Quod nisi sic alligarem (si haec alligatio est) ne triplici quidem aut quadruplici hypothesi ipsis satisfacerem.

Quod tu semidiametrum orbis annui invenis jam 6587 jam 6300 jam 5700, causa omnino potissima, quia ponis, quamcunque distantiam ♂ a ☉ esse 100000. Debes autem ita ponere, ut illam per calculum invenis, in perigaeo minorem, in apogaeo majorem. Aut forte hoc tibi cavere videris, sed ex falsa hypothesi, quam acronychiae monstrant, non bisecantes Eccentricitatem totam puncti aequantis, sed facientes Eccentricitatem Eccentrici 13000 cum deberet 9200 circiter. Ubi nota Copernicum non eandem viam insistere cum Ptolemaeo. Ptolemaeus primum crasso modo, supposita simplici Eccentricitatis hypothesi, quaerit Eccentricitatem invenitque quintam semidiametri partem. Jam non expeditis omnibus circa Eccentricum, statim accedit orbem annuum seu Epicyclum in Apogaeo et Perigaeo Eccentrici constitutum, ubi parum in longum aberratur invenitque Simplicem Eccentricitatem prius crasse constitutam non posse ab Epicyclo tolerari, nisi ex parte praecise dimidia. Jam igitur rursum aggreditur ordinationem Eccentrici, et quasi per falsi regulam iteratis operationibus in una qualibet prosthaphaeresi constituenda sudat, donec eam sat praecisam esse putet. Aliter Copernicus et vitiose, hoc est minus docte quam Ptolemaeus. Credit enim acronychiis Solis, non consulto Epicyclo, putans se in hoc Ptolemaeum corrigere: et suspectam habens ejus relationem sine demonstrationibus observationum. Puto te in altera assignatarum causarum peccasse, dum extruis semidiametrum annui orbis. Accedit tamen et haec certa erroris causa. Si Marte in certo loco Eccentrici puta in longitudine media bis extruis orbem annuum Sole non in eodem sui orbis loco versante, invenies hic quoque aliam atque aliam semidiametrum, quia revera Epicyclus Martis est Eccentricus hoc est nihil aliud, quam ipse Solis orbis

cum dimidiata Eccentricitate. Propterea ego ex tribus hujusmodi diversis semidiametris orbis annui quaero Eccentricitatem ejus et Apogaeum et invenio hoc idem cum Terreno, illam dimidiatam Solis. Quod tu in recto angulo inter centra, cujus alter angulus distantia apogaeorum invenis vicinum aliqnem numerum meo numero, id plane accidentarium est, nec quicquam movet. Nam si divellerentur apogaea longius, variaretur hic tuus numerus, manente meo ex acronychiis deducto, quod quidem ipse olfecisti. Miror tamen propinquitatem, sed scio connexionem nullam esse. Triangulo hoc usus ego sum in Mysterio ejusque tabella majore aliqua. Ab eodem etiam incepi anno 1600 martios meos labores, ut videbis in commentariis.

Dabitur opera Fabrici, jamque cum Tychone conventum est: ut omnes demonstrationes in tribus hypothesium formis expodiantur.

Censes acronychiòn hypothesin prius exacte constituendam, tam quoad loca longitudinis, quam quoad distantias, inde progrediendum ad varia loca orbis annui eaque inquirenda. Et quaeris, quid de hac tua Methodo sentiam. Omnino ab acronychiis incipiendum ob simplicitatem, quia loca statim ex observatione patent. Ergo invenienda hypothesis ex iis, quae locum Eccentricum monstret ad quodcunque tempus, etiam cum non est ibi acronychia oppositio. De distantiis vero acronychiis non reddimur admodum certi, nisi nonnihil ex latitudinibus, ubi tamen praesupponuntur multa. Oportet ergo distantias venari ex parallaxibus. At si simpliciter procedas per unam parallaxin et locum eccentricum: duo praesupponis, primo locum hypotheseos valere etiam cum non sit oppositio acronychia, quod tamen initio nescitur, alterum est, quod praesupponis distantiam Solis et Terrae, seu semidiametrum Epicycli planetam vehentis perpetuo esse eandem: quod falsum est. Itaque ego primo omnium ex trinis parallaxibus Marte eodem eccentrici loco quaero Eccentricitatem orbis annui, tunc postea possum adhibere justas distantias; si opus esset. Non amplius vero opus est. Eâdem enim operâ elicio et proportionem orbis annui ad illam distantiam ♂ ☉: quod si quartam et quintam et plures asciscam parallaxes ad eundem Eccentrici locum, tanto magis fio certior, eundem Eccentrici locum et eandem ejus distantiam a ☉ valere ubicunque Sol sit, et sic se ipso stare Eccentricum Martis, nec ullam subire inaequalitatem a Sole vel ejus apogaeo pendentem. Quin etiam, ubi jam certus sum de Eccentricitate Solis, possum jam,

si maxime acronychiis carerem, Eccentrica loca investigare, quotcunque opus est, ex binis acronychiis.

Sed pergo in Eccentrici distantiis, ubi multas distantias per totum Eccentrici ambitum investigavero, facile patet et ubi sit apogaeum et quanta Eccentricitas et an via Ovalis. Tunc igitur hypothesis invenienda est, quae omnes hasce distantias repraesentet. Hanc hypothesin, quod recte tu mones, oportet sic esse comparatam, ut constet, posse per eandem et loca Eccentrica reddi. At non est summe necessarium et calculari. Multa eminus aspicimus, ad quae ob defectum mediorum non pertingimus. Ego tamen plurimum laboro, ut calculo loca Eccentrica id est, tabulam aequationum Eccentri ex distantiarum hypothesi condam. Despero quidem singula seorsim eruere, ut aliis hypothesibus fieri potest. Omnia vero ordine ab apogaei gradu spero me olim extructurum.

Cur ex prosthaphaeresi ♂ apogaeo Solis propiori detur simplex Eccentricitas major, quaeris. Ego vero dubito de hoc tuo pronunciato. Hoc scio, si tanquam in simplici triangulo utaris prosthaphaeresi Martis longitudinis mediae, majorem invenies Eccentricitatem quasi simplicem, quam si utaris prosthaphaeresibus apogaeo (non Solis sed) Martis viciniorihus. Jam vero cum in ♉ et ♊ sit longitudo ♂ media, Solis apogaeum in ♋, accidit, ut haec sit Soli vicina. Cur autem minor et major hoc pacto evadat Eccentricitas, causa est, quia falsum praesupponimus, simplicem et Geometricam Eccentricitatem, quae tamen ex dimidia parte est physica aequantis. Id uberius in proximis literis explicui.

Ex apogaei Solis linea nihil in Martis Eccentricum redundat si ad Solem ipsum referas. Sed si ad punctum seu locum medium Solis: Omnino redundat aliquid at id non magnum, quod loca attinet, majus quod distantias. Idque ego inter causas habui, cur Theoriam hanc ordinarem ad verum Solis centrum. Praeterea redundat etiam aliquid ex apogaeo Solis in ipsum orbem annuum, ut jam saepius dictum, quod diversum est a jam modo dicto.

De Martialibus Tychonis quomodo processerit, nihil scio, solum hypothesin et observationes acronychias habeo.

Schema ponis et in eo varias speculationes, quas me considerare jubes. Literas non possum internoscere, nec quid velis scio. Nec opus est, cum nil habeam quod dubitem. Summa

tamen eo redit, quasdam inaequalitates ex apogaeo Solis in Eccentricum Martis venire, quod jam expeditum dedi.

. . . .

Silentium nostrum directioni Solis ad corpus ♂ tribuis, quasi is nos tibi reddat infensos. Hoc ergo vel solo agnosces te in errore versari circa directionem hanc, quod falsum est. Tui enim quotidie fere mentionem facimus. De statu Tychonicorum constare mihi non potest, quia me Tengnaglius summovet. Canis in praesepi, nec foenum ipse comedit, nec aliis indulget. Accipit quotannis mille, hic vellet me meis inventis ipsius salarium tueri. Volui si quartam partem de suis mille mihi transmitteret, communi ipsius et meo nomine cum omnibus meis coram Caesare comparere. Sed quia his mille solus frui vult, ego quoque non possum Caesari pro his mille spondere et cogor meum privatim salarium defendere: quod et feci traditis Optica, Ephemeride Martis, et transformatione tabularium Lunarium Calendis Januarii. Hoc ille videns praetextum quaerit me Tychonis placita convellere, nolle se me armare observationibus. At verior causa, cupit me impediri, ut tempus habeat aliquid elaborandi. Profitetur enim se sperare profectum. Sed hoc valde inconstanter, subinde enim interjicit, hanc non esse suam professionem.

Ego sancta fide tibi juro, me nihil in ipsum aut ipsius salarium tentare. Hoc solum ago, ut observationes habere possim, quas cupio, deinde ut me commemoratione veritatis defendam contra disseminatas criminationes, sicubi mihi indicantur. Acceperunt de 20000 partem quintam. De reliquo in spe sunt. Tycho uxorem duxit genere nobilem, fortuna tenuem.

Ascribam hic quadrigam observationum a me adhibitarum ut fidere possis quibus subjungo quadrigam a me nondum in usum traductarum, ut tuo calculo adjuver in tentandis pluribus observationibus.

Anno 1585 7 Maii h. 11 20′ distabat ♂ a Spica ♍ 52° 13′ 40″. Declinatio ♂ 14° 22′ 30″.

Anno 1587 27 Martii h. 9 45′ cum ♂ elevaretur 41° 30′ fuit ejus declinatio 7° 18′ 40″. Distantia ♂ a corde ♌ 24° 28′. Ab Arturo 39° 53′.

Anno 1589 12 Febr. mane Hor. 5 15′ cum ♂ elevaretur 19° 36′, distantia inter ♂ et Spicam 21° 7′ 40″. Ab Ophiuchi sinistro genu 26° 11′. Declinatio 13° 33′.

Anno 1590 19 Decembr. H. 7 15′. Declinatio ♂ 11° 18′

30". Inter Spicam et ♂ 15° 0' 30". Inter ♂ et lancem borealem ♎ 13° 3' 30". Altitudo ♂ 22°.

Ex adversariis meis fol. 335 est sylloge observationum omnium, quibus indita nomina a diei in una revolutione periodica numero post primam omnium, quae in Tychone reperitur.

	2 —	dies —	483 —	1581 —	18 Martii
	—	— —	486 —	— —	21 Mart.
In revolutione	3 —	— —	482 —	1583 —	2 Febr.
	—	— —	486 —	— —	6 Febr.
	4 —	— —	483 —	1584 —	21 Decbr.
	5 —	— —	483 —	1586 —	8 Novbr.
	—	— —	486 —	— —	10 November
	11 —	— —	485 —	1598 —	23 Febr.
	12 —	— —	484 —	1600 —	10 Jan.
	—	— —	486 —	— —	12 Jan.

Careo primis 1581. Careo et secundis 1583. Anno 1584 21 Decemb. h. 14 in 1° 15' 17" ♍. Latitudo 3° 31' 34".

Careo et 1586 nisi 22 Octob. 1 Dec. ante et post. Anno 1586 22 Octob. mane hora 6 inter ♂ et Cor ♌ per sextantem 6° 9' vel 10' in consequentia. Declinatio 13° 0' 40" B.

1 Decembris mane h. 7 30' distantia aequatoria inter ♂ et cor ♌ 25° 12' 15". Decl. ♂ 6° 2' 15" Bor.

Careo 1598 23 Febr.

Anno 1600 Stylo novo nocte, quae praecessit 20 Januar. cum cervix ♌ culminaret ♂ in 12° 15' 25" ♌. Lat. 4° 23' 43".

Nocte quae praecessit 22 Januarii ♂ in 11° 24' 30" ♌. Sed in A. R.*) erat 6 minutorum dubietas. Lat. 4° 30' 4" Bor.

Ad tertias 11 Augusti. Nihil me movet ἀνομαλία latitudinum ♂, ut novam in Eccentricum anomaliam introducam. Etenim ex simplicissima inclinatione ♂ additis parallaxibus antea requisitis, sequitur haec omnis anomalia. Ecce enim hoc ipso anno 27 Febr. vel 8 Martij octiduo ante et post erit maxima latitudo Septentrionalis 2° 45' 27 Sept. vel 7 Octbr. Maxima Austrina 1° 36': quod plane non quadrat cum ☍ vel ☌ cum Sole, nec cum transitu ♂ per Apogaeum et perigaeum Eccentri, nec cum transitu per limites, miscentur omnia.

---

*) Ascensione recta.

Ad quartas 23 Decembris. Hic meministi primo literarum, quas ante annuum scripsi et statim subjungis in ultimis literis. Ergo accepisti, quas 4 Julii scriptas Augusto misi?

In schemate arte primum scripto quaeris, quomodo AD (Fig. 19) ex observationibus innotescat: Respondeo ex binis parallaxibus annuis, et praesupposita Eccentricitate Solis distantiisque ☉ et Terrae. Sint AE, AF distantiae Solis et Terrae. EAF angulus inter loca Terrae. Ergo ex lateribus et angulo dantur anguli AEF, AFE et EF latus. Sed DEA, DGA sunt anguli inter loca visa ☉ et ♂, aufer FEA, EFA, restant DEF, DFE, quare et residuus EDF, et ut EDF ad EF sic DEF ad DF. Jam in DFA datur DFA ex observatione et DF, FA latera, quare DAF angulus et DA distantia ♂ ☉. Scitur autem AF sub fixis, quare et AD.

Quaeris et de utilitate EGF, quia sine hoc non possum invenire Solis Eccentricitatem, quia anguli A non stant in centro, sed duplus EGF stabit in centro, hujus igitur centri distantia ab A est quaerenda. Nam centri Eccentrici Solis positio non datur ulla alia ratione.

De EBF et EAF quaeris. EBF est duplus EGF circumferentialis, quia EBF in centro. Et quia EB, BF crura aequalia, ex subtractione EBF a duobus rectis, et residui bisectione habetur E vel F. Non sic in EAF, quia EA, AF non sunt aequalia crura, residuum igitur non potest aequaliter bisecari. Haec sunt nota ex levi cognitione triangulorum doctrinae.

Tres parallaxes adhibeo pro inquisitione Eccentricitatis, et quidem tres extra situm acronychium, ut ex tribus punctis circulus habeatur, cujus est Eccentricitas quaerenda. Tria puncta ponunt centrum, duo non ponunt certum. Quarta est probationis loco et ob majorem certitudinem.

Si situm acronychium sumam et unam parallaxin, datur quidem inde distantia ☉ a Terra, sed in uno tantum loco. Nam acronychius nullam dat distantiam ☉ et ⊕, quia nulla parallaxis longitudinis. Si duas parallaxes sumas, dantur quidem duae distantiae et per distantias Eccentricitas Solis, sed per suppositionem loci apogaei Solis praecedentem. Quando vero tria sumuntur loca, apogaeum una demonstratur.

Omnium quae hactenus ex quo scribimus objecisti artificiosissimum et ingeniosissimum est de Ovali figura Solis. Quod igitur calculum attinet, praecepta sane sic sunt comparata, ut ovalem eliciant. Sed quod attinet Extructionem hypotheseos,



fateor me praesupposuisse circulum, at nihil sensibiliter peccavi, quia insensibilis fit hic ingressus ad latera ob parvam Eccentricitatem Solis Eccent. Eccentricitas est fere loco medio proportionalis inter radium et latitudinem Lunulae circa ovalem. Si 100000 dat 1800, quid 1800, veniunt $32\frac{2}{3}$ de 100000, vix quater millesima particula. Sit jam distantia ♂ ☉ brevissima 138540. Hic secans est anguli 43° 47′ 45″. Ut autem 100000 ad 138540 sic $100032\frac{2}{3}$ ad 138583, accrescunt 43, quae paulo plus uno minuto subtendunt, et quidem tunc solum, cum et Sol in longitudine media Eccentri et Mars in perigaeo et prosthaphaeresis est maxima: At plus uno minuto erratur in observationibus.

In ovali compendia multa habeo, quae prope verum veniunt ad 8 et 6 minuta, quae penitus scopum attingeret ratio nondum a me est inventa. Utor interea vicaria.

Observationes nostrae frigent. Instrumenta in horto Caesaris sub dio putrescunt. Utor sextante et quadrante parvo ex Hofmanni liberalitate. Sed frigus magnum fuit et repentinum venti acerrimi et propere diluxit. Die tamen 25 Decembris sic *) vidi, in ipsis Natalitiis St. N. statim ad Caesarem retuli, me vidisse igneum trigonum, quia triangulum fecerant. In alt. circiter 8 graduum incidebant in eundem verticalem, tunc alt. ♃ 7° 35′. Paulo post ♄ 9° 7′. Si ♃ interea mansisset haec esset vera distantia 1° 32′ et propterea ☌ magna $\frac{15}{5}$. $\frac{16}{6}$ Decembris. Sed quia ♃ inferior interea ascendit, distantia fuit minor 1° 32′. Sane die $\frac{28}{18}$ cum ♃ jam ad sinistram verticalis Saturni staret, sumpta est alt. ♄ 7° 12′ post ♃ 5° 48′. Itaque quia ♃ interim (etsi pene eodem instanti) nonnihil assurrexerit, major igitur eodem plane circulo magno fuerunt.

Sic $\frac{16}{6}$ Decembr. vidi ♃ et ☿ in distantia 5 vel 6 gr. sed ♄ non vidi.

. . . .

Bisectio Eccentricitatis ♂ sic habetur. Primo vicaria hypothesis ostendit aequationem maximam, aequantisque, hoc est, totam Eccentricitatem proxime. Postea ubi *AD* superiori methodo et in Aphelio et in Perihelio fuerit inquisita, jungitur utraque et dimidium summae comparatur cum elementis, hinc existit vera Eccentricitas inveniturque minor paulo quam dimidia prioris.

---

*) Fig. 27: ☿ ♄, ☿ ♃ prope aequales, major tamen ☿ ♄, angulus ☿ ♃ ♄ minor recto.

Utrum postea demonstratur necessario fieri, si quidem distantiae ♂ ⊙ metiantur tempora, et illac quidem ex hac posteriore Eccentricitate extruantur.

Petis ut Ellipoides meum declarem. Imo declarabo id cujus causa putavi hactenus expetendum esse Ellipoides (cum nunc limitationem aliquam videam).

Scribe (Fig. 28) perfectum circulum Eccentricitate 9165 de 100000. Ergo per 3 librum Euclidis quodvis punctum semicirculi distabit aliter a suscepto loco Eccentro: Jam adscribe Ellipoides his legibus, ut quae est proportio cujusque distantiae ad mediocrem, haec sit jam proportio mediocris arcus ad arcum Ellipoidis, respondentem distantiae. Ubi fingitur planum circuli infinitis lineis divisum. Eas putavi in ipso plano inesse frustra. Siquidem ex *B* centro ducerentur lineae ad aequales gradus, imo ad infinita puncta aequaliter distantia in circumferentia, tunc quae est proportio omnium ad summam *BC*, *BD*, *BE*, *BF*, *BG*, *BH*, *BI*: eadem esset plani circuli ad planum *IFCB*. At non sic, si ab iisdem circumferentiae punctis lineas in *A* ducas. Summa harum linearum est major quam summa priorum non obstante, quod apogaea perigaeam compensare videtur, et propterea et proportio totius ad partes turbatur.

Jam primo desidero nominationem et definitionem et Geometricam descriptionem plani, quod sic sit ad planum circuli, sicut est summa infinitarum ex *A* ad summam infinitarum ex *B* in easdem aequaliter remotas circuli circumferentias vel puncta. Vel detur saltem planum aequale Excessui summae distantiarum ab *A*, super summam distantiarum ab *E*.

Deinde si ut summa *IAC* linearum ad summam *IBC* linearum ex iisdem punctis circumferentiae, sic sit *CI* arcus circuli ad *CK* arcum Ellipoidis, ut *KA*, *IA* sint aequales (quae lex est describendi et incurvandi arcus hucusque, per minima, quod addo ne ejus curvitas non definita putetur) si inquam hoc ita sit, quaeritur angulus *KAC*. Dic quibus in numeris et eris mihi magnus Apollonius. Immortales habebo gratias Belgis tuis, ubi me sublevaverint.

Inter scribendum incidit, quod nunquam ante hac, sicut est planum quaesitum ad planum circuli, sic esse circumferentiam circuli totam ad circumferentiam Ellipoidis. Itaque apparet necessitas quaesiti plani, quod non est ita difficile inventu, hoc enim habito, arcus Ellipoidis dabuntur. Erit autem alter et forte difficilior labor inveniendi mensuram angulorum ad *A* (vel etiam

ad *B*) quos arcus Ellipoidis subtendit. Erunt enim anguli anomaliae coaequatae, quia *A* Sol. Tu jam sta promissis et responsum intra 2 menses procura, ut scribis.

Diminutio verae Eccentricitatis infra dimidium Eccentricitatis aequantis, in singulis quidem planetis variat, sed nihilominus in uno aliquo constans est et perpetua.

Ad quintas 26 Decembris.

Ad uberiorem declarationem problematis. Et ut appareat, quale planum quaeram. Centro *B* (Fig. 29) scribatur circulus *CF* divisus in partes quotcunque aequales. Sint semicirculi divisi puncta *CDEF* in quadrante superiore, *LMNO* in inferiore: et partes sint pari numero, ut bina puncta sint ex *B* centro opposita. Ejiciantur per *B* rectae in puncta, et in harum aliqua sumatur punctum *A* Eccentricum et connectatur cum punctis circumferentiae. Igitur *CB, BL* et *CA, AL* junctim aequales. At in omnibus aliis *DB, BM* summa minor, quam *DA, AM,* sic *EN* minor, quam *EAN;* sic *FO* minor, quam *FAO.*

Jam circulus extendatur in planum (Fig. 30), eique lineae ad rectos constituantur, distantiae quaelibet suo loco et capita connectantur lineis. Erit quae per *BBB*, una recta, sed quae per *AA* conchoidi similis. Spatium vero comprehensum sub *CLC* et *BB* duplum erit ad aream circuli, quia ducta transversa a *B* in *C* constituit triangulum Archimedeum aequale circulo: Ergo consentaneum (forsan et demonstrari potest) etiam spatium sub *CLC* et *AA* conchoide esse duplum ad quaesitam nostram aream. Vides autem majus esse hoc spatium illo, quia in punctis *F*, *O*, intermediis, *FA* longior est quam *FB*, et *OA* quam *CB*.

Atque haec descriptio sane tam est Geometrica, quam illa Archimedis. Etsi vero contentus sum Archimedea Epharmosi in linea *CLC*, non tamen contentus sum hac delineatione lineae *AAA*, quia praecipitur, ut per minima eam, quae sunt infinita et quia proportio spatii ad prius hoc pacto ignoratur. Cupio ut Geometra aliquis me doceat comparationem planorum: deinde ut sciam, quota pars hujus incogniti plani superinsistat quotaecunque parti lineae *CLC*.

An ergo (dic Geometra) planum hoc circa cylindrum aptatum, ut capita *CA, CA* coeant, lineam conchoidea ordinat in circumferentiam ellipticam, minime. Sed relinquo geometrae refutandum.

Invento quod hic petitur, simul inveniuntur arcus Ellipoidis. Nam ut planum *AC* ad planum *BC*, sic circumferentia circuli *CF* ad circumferentiam Ellipoidis. Quae etsi brevior est, quam 360 gradus circuli, nihilominus tamen 4 rectos subtendit non minus, quam circumferentia circuli: eo quod et propior fit centro per partes, quam circumferentia circuli. Haec autem appropinquatio ad centrum rursum quaeritur, quomodo Geometrice investigari possit, ut angulus ad susceptum punctum habeatur.

Itaque distantias ♂ a ⊙ per tempora accumulatas numerat planum a me expetitum, distantiae hae iter planetae in Ellipoides (non numerant, sed) constituunt, iter vero hoc cum distantiis constituit angulum anomaliae coaequatae, respondentem tempori ab apogaeo elapso. Erravi igitur hactenus, existimans numerari distantias seu in summam colligi a plano Ellipoidis, quod planeta describit. Minime alicubi enim moratur, ibique multas accumulat distantias.

Pragae 7 Februarii anno 1604.

T. Pr.

ad officia paratus
Joannes Kepler
Caes. Mtis Mathematicus.

Fabricius an Keppler *).

Miror Praestantissime et Doctissime Keplere altum tuum silentium, unde factum, ut aut te illinc abiisse, aut certe obiisse suspicatus fuerim. Scripsi bis apud cursores Lichtenstenii, hoc amo. Sed video illas male curatas esse, quod certe me admodum male habet. Nunc commoda oblata apud Nobilissimum et summe Doctissimum virum Eberhardum Schele, principis Luneburg. legatum, scribendi opportunitatem, eam nequaquam negligere volui . . . . .

Venio ad hypothesin tuam ♂, quam ex aliquot observationibus examinavi, et deprehendo eam in quibusdam locis enormiter aberrare. Vnicum saltem et clarissimum exemplum proponam.

1595 17 Decembr. V. St. hora 9 vespertina observavi ♂ ab Aldeboran 23° 40′. Altit. Merid. erat 53° 20′. Decl. 16°

---

*) Dies ist der Brief, dessen Keppler in dem Commentar über den Stern Mars erwähnt. S. oben S. 304 fgg.

58′. Hinc datur locus ejus in 11° 34′ ♉. Latit. Boreal. 1° 42′. Juxta tuam hypothesin vero datur 11° 21′.

Mitto brevem calculi designationem

Motus medius 2ˢ 2° 6′ 28
 Aphelium 4ˢ 28° 56′ 0 ♌
 Anomalia 9ˢ 3° 10′
 Prosthaphaeresis 10° 28½′
Motus ♂ aequatus 12° 35′ ♊
 Simplex distantia ♂ et ☉ 100922
  reducta 1539242
  locus ☉ verus 5° 44′ ♑
  distantia inter locum verum ☉ et correctum ♂ 23° 9′
  distantia ☉ et terrae 98200
Hinc datur ♂ in 11° 20½′ ♉.

Non puto me in calculo errasse. Duo itaque puto in tua hypothesi esse, quae hic causam praebeant: 1) quod exacte dimidiam Eccentricitatem ☉ ponas, cum ad 3 vel 4 minuta, minor esse debeat medietas inter centrum annui orbis et terram (ita et nunc hypothesin intelligo, non juxta Copernicum, quam tu statuis).

2) et maxima causa est in ipsis distantiis, quae non eo modo accrescunt vel decrescunt, ut tu vis; sed longe aliter. Nam distantiae omnes longiores esse debent et circa medias longitudines differentia illa addenda distantiis tuis maxima erit ad 9 Minuta circiter, et cum in hoc exemplo duae istae causae concurrant, hinc fit ut differentia tabularum a coelo ad 13 minuta excrescat. Quare scito, distantias tuas vel tuo modo collectas, ab aphelio usque sensim augeri (ratione semicirculi punctati) *).

In aliis locis saepe fit, ut cum semidiameter orbis annui aliquid addat angulo parallaxis, illud distantia tua minor justo recompenset et sic error ille non adeo evidens fiat.

Sic quoque exemplum meum ad annum 1602 18 Junii vesp. in ipso ☉ solstitio, quam observationem antea misi datur locus ejus ex hisce in 26° 51′ ♍ cum latitudine boreali 0° 26′ differt a tabulis tuis 5 Minuta: sic distantiae ad 7 vel 8 minuta essent addenda. Contra vero semidiameter orbis annui 3 Minut.

---

*) Hierzu Figur 31 ohne Buchstaben. Diese Figur ist nach dem tychonischen Weltsystem construirt. Der innere kleinere Kreis stellt die Bahn der Sonne um die Erde nach Tycho, der äussere und grössere die Bahn des Mars dar.

major (a terra scil. usque ad solem supputando semidiametr. platice) quam tu ponis distantiam ☉ et terrae, rursum aufert 3 illa minuta, ita ut differentia 5 Minut. maneat.

Quare admonitum te volo, ut juxta longitudines medias plura exempla adhibeas, praesertim in tali positu ♂ et ☉, ut in schemate vides.

Hoc exemplum et observationem hanc ideo elegi, quod cum Cancellarii loco ♂ quam proxime conveniret, tam ad positum ☉ quam ♂, et ut ex observato loco conjicerem utrumque, an loco ♂ in genesi Cancellarii a te supputato fidendum esset. Haud igitur ovalis erit hypothesis, ut hactenus existimasti.

Si quid in ♄ hypothesi correxisti, quaeso mihi communices, sive illud concernat aphelium vel Eccentricitatem duplicem vel orbis illius dimensionem, gratum mihi facies. Nam propter astrologicas observationes plurimum illius emendationem aliquam optarem, quam a te institutam esse nihil addubito. Si desunt tibi acronychiae observationes in ♄, libenter aliquot tibi fideliter communicabo, quas a Tychone habeo, ut et in ♃ et meas quoque addam. Tu enim natus es ad restitutionem illam perficiendam. Meo judicio alter non erit, qui illam palmam tibi eripiet. Ego in ♂ plurimum hactenus sudavi, etiam antequam tu tuam hypothesin mihi mitteres, at in multis mea opinione decepit, tibi igitur lubens subscribo et tuas inventiones absque ulla adulatione me venerari scito. Vbi voles, facile perficies, quae desiderantur in ♂ et reliquis.

Latitudine calculanda juxta tuum modum etiam aliquid desiderari puto. In exemplo 1600 18 Junii tu 0° 21′ lat. facis. Ego juxta modum Copernici latit. invenio 0° 26′, quod etiam coelo respondet.

Observatio ad annum 90 19 Decbr. in ♂ facta nequaquam veritati congruit. Falsae sunt distantiae. Nam 1) altitudo (si meridiana fuerit) non dat eam declinationem et nimia declinationis mutatio verius dari spatio. Habeo in vicinam observationem Tychon. quare illi observationi nequaquam fidendum erit.

Locum ♂ (in triga tua) ad annum 98 23 Febr. desideras. En ejus locum ad 2 Febr. et 1 Martii.

2 Febr. v. st. die ♃ vesper. altit. merid. ♂ 62° 58′ (in Es.*) nostr. 53° 38′). Distantia ♂ a cornu boreal. ♉ 8° 0′. a capite merid. ♊ 23° 12′.

---

*) Esena.

1 Martii (1 Grad. ♌ in *MC*) vesperi distabat ♂ ab austrino capite ♊ 16° 25′, a capite ♊ septent. 14° 50′, a ♃ 23° 5′.

2 Martii v. st. altit. merid. ♂ 62° 30′. ♂ et merid. cap. ♊ 16° 5′. Ex his locum ad 23 Febr. facile colliges.

1600 12 Jan. V. St. die ♄ hora 11 p. m.

♂ a
- Regulo — 13° 46′
- cervice ♌ — 13° 32′
- praesepe — 28° 55′
- mer. cap. ♊. — 23° 17½′
- altit. merid. — 58° 12′

Ex his ♂ datur in 11° 0′ ♌ lat. bor. 4° 29′ 15″.

Observationes tuae in ☌ ♄ et ♃ proximo anno habitae locum longitudinis non dant exacte, nec tempus verum. Ego propter impeditum prospectum observare non potui. Mitto tamen observationes Joh. Krabbe Geometrae in aula Brunsnicensi versantis, quas antea mihi communicavit.

1603 17 Decbr. S. V. mane hora 6 M. 48
♄ in 9° 22′ ♐ lat. bor. 1° 38′
♃ in 10° 10′ ♐ lat. bor. 0° 56′.

18 Decbr. hora 6 M. 40 mane ♄ in 9° 24′ ♐ lat. 1° 38′
♃ in 10° 12′ ♐ lat. 0° 55′
☿ in 13° 10′ ♐ lat. 2° 45′ bor.

Ostelae 27 Octbr. V. St. 1604.

Keppler an Fabricius.

S. P. D.

Miras praestigias agis Fabrici, ut nesciam quo te proverbio compellem; nisi forte illo, quod mendacem ajunt oportere esse memorem. Nam si dissimulare statuisti, te trinas meas accepisse literas, et binas quidem valde copiosas, forsitan ad 12 paginas; cur ergo ex iis tanquam lectis allegas? Stella visa est primum hic a Brunowskio Coraducij, olim Hofmanni Astronomo die 10 Octbr. St. N. die ☉ Eodem, Magino, duodecimo ab Isaco Malleolo Argentinensi, vel potius Aelisaco Rösslino ejus monitore, a me die demum 17 quo simul et observata fuit. Respexi 26 Sept. St. N. h. e. 16 St. V. ad ☌ ♄ ♃ ♂, et observavi omnes tres, respexi ad Lunam 3 Octbr. St. N. stellam non vidi, respexerunt meus olim Studiosus et Brunowskius die 8 Octbr. ad ☌ ♃ ♂ nondum plenam,

nihil visum, ut et tibi et Rösslino in Alsatia. Die 9 fuit ☌ ♃ ♂, die 10 visa.

Meae observationes sic habent: sextante Hofmanniano, cujus certitudo sequetur. Die 7. 17. Octbr. a Jove 3° 28½′, a Marte 8° 31′, a Saturno 6° 12′ vel 14′, ab humero Sagittarii, quae est clara, quadrilateri sive Trapezii 20° 0′, a femore Ophiuchi 7° 39′ vel 35′. Die 8. 18 Octbr. Nova a Jove 3° 40′. Humero ♐ 20° 1′ aut 20° 2½′. Femore Ophiuchi 7° 3′, item 7° 32′. Tum inter alam pegasi et seq. humero ♒ 35° 12′, deb. 35° 9′. Inter praecedente hum. ♒ et inferius cornu ♑ 19° 42′, deb. 19° 37′.

11. 21 Octbr. in arce sextante Tychonico observavimus Novae distantiam a Jove 4° 7½′, a Capite Ophiuchi 31° 2½′ (Byrgius novo suo sextante 31° 0′), ab humero ♐ 19° 54′, a sinistro genu Serpentarii 16° 52′. Sextans bonus fuit. Octbr. 27 inter caput Ophiuchi et Novam 34° 1½′. Et Byrgius ab aqla ⚹ 45° 40′. Tu ⚹ 45° 45′. Observata per Tychonica instrumenta dant latit. 1° 55′ B. long. 17° 41′ vel 17° 45′ ♐ promiscue. De ea accipies hic meum discursum cum Calendario, tuumque mittes. Jo. Georgius Breuggerus Doctor Kaufbyruae observavit illam (per me monitus) a 9 in 18 Novbr. a me ultimo visa est 16 Novbr. Sequente ☌ ☽ cum nova non vidimus novam, cum Lunam videremus clare. De stella anni 1600 nemo plane ad me scripsit, quae habeo per alios frivola sunt, omnes a me sunt admoniti, ut ego a te, tu a Byrgio, Byrgius a Jansonii globo, qui reponit ejus exordia in annum 1600. Optica hic accipis. Praeter errata corrige fol. 371 (: 27. prodit 0° 2½′ ♐ (Maginus 0° 46½′ ♐) lat. S. Et folio 372 lin. a fine 10. Efficiunt 1° 33′ 22″. Ergo duratio 3° 6′ 44″. At per justum horarium scrupula temporis 1° 28′, duratio 2° 56′.

Compendia motus Lunae hactenus ipse neglexi, quia non sunt admodum calculatu compendiosa, intellectione vero compendiosiora. Geryonem tricipitem debellavi in prima parte commentariorum de Marte, fecique quasi prolegomena non admodum amoena.

Cum toties jam meum Martem frustra lacessiveris, tandem ungues immisisti in ulcera mea: et me hercule omnes (?) pene thesauros meos exhausisti, usus et meis argumentis, et mea erroris animadversione, denique iisdem causis erroris, iisdem remediis indicatis. Vel tandem porrigo tibi palmam. Dicet Matthias quanto me gaudio affeceris, eadem meeum animadvertens. Jam pridem enim haec mea querela apud ipsum fuit. Deprehendi, dum id ago, quod tu sero percipis, scilicet dum plures observationes in longitu-

dinibus mediis adhibeo. Nam ex quo convalui (Junio enim et Julio decubui cum uxore, illa Ephemera ego erratica et biliosa febri) hoc unum egi, ut totos annos 89, 91, 93, 95 tentarem. Igitur alicubi 15 minutis a vero absum. Praesertim per illam ipsam obs. 1595 plurimum temporis consumpsi, existimans falsam. Ac initio culpam rejeci, ut tu, in Eccentricitatem Solis, et jam aequationibus etiam ipsis Solis imminebam, quia certissima ratio est, praecise bisecandam Eccentricitatem. Sed dum procedo in Commentariis, invenio in bisectione nullum esse dubium. At contra non tantum parallaxes annuae vitiosas arguunt mediarum longitudinum distantias ♂ a ⊙, sed et aequationes physicae. Inveni enim modum sat laboriosum, et differunt a vero in Octantibus circiter 3 vel 4 minuta huc illuc. Iuvantur autem prolongatis distantiis in mediis longitudinibus. Sic igitur est, mi Fabrici. Negativa circuli validissimis quidem nititur argumentis, et ovalitas (frustra te concludente contra hanc), sed affirmativa harum distantiarum ex ratiocinatione mea nude dependet. Tu vitiose: Kepleriana ovalitas nimium curtat, ergo nulla plane ovalitas ponatur. Ego aeque vitiose: Ovalitas est aliqua, ergo haec erit, quam aequabilitas motus epicycli monstrat. In dimensione orbis annui 100000, circuli perfectio prolongat circiter 800 aut 900 nimis. Ovalitas mea curtat 400 circiter nimis. Veritas est in medio, propior tamen Ovalitati meae. Neque tamen infra longitudines medias prolongandae, sed etiam supra etiamnum magis decurtandae sunt differentiae, quam mea fert ovalis: omnino quasi via Martis esset perfecta Ellipsis. Sed nihil dum circa hanc exploravi. Hoc verisimilius, Epicyclum et in Aphelio et in Perihelio accelerari. Ita omnes planetae cum ☽ in hanc societatem *Variationis Tychonicae* venient.

Resipuisti, video, cum tua observatione 1602, quam cum mea hypothesi jam intra 5′ concilias, atque hoc dixeram. Totus nunc in commentariis sum, ut vix otium habeam scribendi. Veni jam plane usque ad hunc scopulum, prioribus expetitis. In ipsa quadratione Ovalitatis meae (insero enim eam, ut alii videant, quantae molis fuerit) importunus quidam hospes per arcanos aditus sese in meas aedes intulit meque perturbavit 3 Decbr. St. N. die ♀ mane quadrante ante 12 Bohemici horologii, nomine *Fridericus Keplerus*. Ante meum decubitum adjutus a studioso meo scripsi tabulas Martis. Compendium tale ut intra unam diem scribere possim Ephemeridae longitudinis Martis in unum annum per denos dies proportionaliter agendo nisi circa stationes. Periclitavimus et physicam hypothesin, o immanissimum laborem; de quo tamen

parum ego degustavi; ne de morbo suspiceris. Sed tamen vide ne vaticineris, dum mecum hoc labore vitam finiturum existimas.

De latitudine parum hactenus fui sollicitus, quod illam facile sequi, facile inflecti videam. Compendium tamen te non celabo. In triangulo vero inter ⊙ ⊕ ♂ vel quemcunque Planetam ingredere ***Parallacticam nostram*** a margine cum angulis ⊙ ⊕, et in iis lineis elige aream, quae Inclinationem plani e regione anguli ⊙ exhibeat, statim eadem columna exhibet e regione anguli ⊕ veram latitudinem. Si non invenitur tota Inclinatio, quaeratur per partes utcunque disseparatas, prodit enim et latitudo per partes totuplas. Potest autem et inclinatio ipsa ex Parallactica sumi quaesita maxima inclinatione in Capite vel fronte, distantia a nodo in margine.

Exempli causa sit inclinatio quaerenda ad distantiam a nodo 40°. Maxima ♂ inclinatio est 1° 50′ 45″. At parallactica non excedit 66′. Ergo distribuo maximam inclinationem sic

E regione gr. 40°

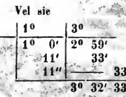
		dat	
65′		41 47	
45′		28 55 haec	in area Parallactica
	45	28″ 55‴	
Summa 1° 50′	45	1° 11′ 11″	
Inclinatio maxima		Inclinatio loci	

Sit jam angulus ad ⊙ $\frac{3}{179}$ Angulus ad Terram $\frac{3}{177}$. Ingredior ergo a margine gradus 1°, scilicet cum angulo ad ⊙ in ea linea perquiro omnes columnas, donec aliqua mihi placeat, placet autem columna 57, quia in ea e regione mei gr. 1° invenio 1° 0′ apices ipsis ego affingo, ex mea inclinatione maxima, in qua est etiam 1°. Igitur in eadem columna ascendo in lineam anguli ad ⊕ sc. 3. Ibi invenio 2° 59′. Jam quia non tui habeo gradum unum in proposita mea inclinatione, sc. etiam 11′ 11″ rursum ingredior per lineam anguli ad ⊙ 1° et quaero 11′ aut certitudinis causa quadruplum aut quintuplum. Quaeram 55′, invenio in columna 52: q̄ e regione anguli ad ⊕ 3° ostendit 2° 43′. Cujus pars quinta est 33′. Ergo haec est forma collectionis

	1° 0′	11′ 11″
1	1° 0′	11′ 11″
3	2° 59′	33′ 33″.

Summa 3° 32′ 33″ latitudo vera.

Vel sic



1°	3°
1° 0'	2° 59'
11'	33'
11''	—— 33
	3° 32' 33

datae 18 Decbr. 1604.

Fabricius an Keppler.

Cum ultimae tuae literae mihi traderentur, Praestantissime et Eruditissime Domine Keplere, adeo multis distractus fui negotiis, ut vix eas perlegendi, nedum requisita diligentia respondendi otium mihi concederetur. Reversus itaque domum plus decies et quidem maxima cum voluptate eas legi et relegi. Ad illarum contenta nunc respondebo. Primo maximas tibi ago gratias pro literario munere ad me misso videlicet optica, prognostica et tractatum de nova stella. Omnia summe grata fuerunt, utpote dudum a me desiderata, quaeque insignem tuam erga me benevolentiam et morem Uranicum testantur. Dabo operam ut beneficium optime collatum aliquando cognosces. Scribis me miras agere praestigias, quod dissimulem me trinas tuas literas easque satis longas accepisse. Certe nunquam volens dissimulavi, nec cur id facerem, justas video causas, cum meis quaesitis libenter, diligenter et sufficienter semper respondere non fueris dedignatus. Ut tamen me culpa vacare videas literarum tuarum omnium ad me missarum seriem enarrabo. Primus ad me scripsisti 1602 18 Julii, deinde eodem anno 1 Octbr. et 2 Decbr. 1603 4 Julii, penultimus 1604 20 Febr. ultimus 1604 18 Decbr. Praeter has nullas abs te accepi, si plures misisti, ad me non pervenerunt. Poteris hinc conjecturam facere, non male me scripsisse, quod integro fere anno nihil literarum abs te accepissem. Sed transeant haec.

. . . .

Quod in hypothesibus tuis Martis, errorem ex observationibus circa longitudines medias mecum deprehenderis, valde gavisus sum. Mire me exercuit observatio illa anni 95, quae similis est constitutioni Martis in Genesi Magnifici nostri Cancellarii tuae eruditionis uranicae summi amatoris et admiratoris.

Bisectionem exactam in Sole non tam facile credere possum. Video enim ex nonnihil mutata dimidia Solis Eccentricitate, distantias Martis a Sole observationibus analogice, juxta Solis motum in annuo orbe pulchre convenit, ita ut differentiae utraeque in ratione Eccentrici et orbis Solis se mutuo vel adjuvent vel tollant, prout observatio requirit. Tu nescio quo alio motu adinvento Marti succurrere vis, quod ut commode fiat, procura. Expecto tua commentaria Martis desiderantissime et oro deum opt. max., ut sufficientes tibi vires largiatur, ne incepto operi et suscepto oneri succumbes. Faxit deus ut hactenus invictum felici sidere Martem debelles. Etsi maxime te moverit e solo, inferet te tuumque nomen vel invitus polo. Macte igitur virtute vir inceptum cum Marte bellum continuato et uranicam exulantem ad aucta regna feliciter deducito.

. . . .

Dab. Ostelae die ♂ ♄ ♀ ad vesp. 1605.

Fabricius an Keppler.

Locus ♂ in genesi D. Cancellarii a te supputatus mire me exercuit. Tu 1° 58′ ♉ invenisti, ego 2° 21′. Non dubium est, te per festinationem in calculo errasse, quod palam faciet observatio mea anni 95, 7 Decbr. hora 17 p. m., quae locum ♂ in caelo dat in 10° 35′ ♉, hic tua hypothesis 7 minuta minus dat. Ad hoc tempus praescriptum anomalia 91° 52′ sicut et in Cancellarii genesi idque exacte. Ergo utrobique necesse est aequalem differentiam esse. Distantia ☉ et ♂ a me inventa 153178. Distantia ☉ ⊕ 982170. Dimidiam Eccentricitatem ☉ nunc probo et confirmo. At distantias ♂ omnino prolongare oportere ad latera ad 12 Minuta et quidem ab aphelio ad mediam longitudinem proportionaliter, sic omnes observationes egregie conveniunt tuae hypothesi. Quomodo hoc Ovalitati tuae conveniat, tu videris. Tu si ubicunque Eccentricitatis rationem et modum et causas naturales ostenderis, facile nos in tuam pertrahes sententiam. Distantiae tuae ad dimidiam Eccentricitatis constitutae ♂ non respondent prosthaphaeresium distantiis, nec veris quoque distantiis conveniunt. Ego puto, si vera ratio prosthaphaeresis constaret, constare quoque tunc veras distantias, nam ex eodem fonte provenire non est dubium. Et antequam haec duo non fuerint ita conciliata, ut plane respondeant, non

puto, nos veram ♂ hypothesin habituros. Verum in vero consonat. In prosthaphaeresi et ejus linearum proportione sic adepta, ut distantiae inde provenientes sint verae et observationibus respondeant, et ex duabus hypothesibus unam fac nec adulteratum conjugium hic constitue inter vicariam et veram.

Ad tempus Cancellarii (Fig. 32) *fbc* anomalia media 91° 52′, *bca* angulus 5° 15′. Sic hic angulus subtrahatur ab angulo 91° 52′, manet angulus *bac* 86° 37′. Ergo ut *bac* ad *bc* radium, sic *abc* ad *ac* distantiam ☉ et ♂. Veniet 15270320. At minor haec distantia tali modo accepta, quam observatio 95 7 Decbr. hora 17 p. m. testatur.

Quaeritur itaque an in tali dispositione ♂ (cum sc. anguli sibi mutuo occurrant) usitato more angulus *bca* ab anomalia (ut solet) sit auferendus pro distantia ♂ a ☉ habenda.

Ego puto distantias veras ♂, in quadrato hoc *bx, as,* quod distantia centri Eccentrici in hoc negotio constituitur, usitato modo non esse inquirendas, cum anguli *bac* et *abc* sibi mutuo occurrant.

Ostelae 2 April. 1605.

Keppler an Fabricius.

11. Quae hactenus in meo Marte profecerim, accipies. Cum viderem distantias ex perfecto circulo eccentrico extructas pene tantum peccare in excessu, tam quo ad se ipsas et earum effectum in prosthaphaeresibus orbis annui, quam quoad aequationes Eccentrici: quantum Ellipsis mea (quae perparum ab Ovali differt) quam tibi in numeris praescripsi peccabat in defectu: rectissime fuissem argumentatus in hunc modum. Circulus et Ellipsis sunt ex eodem figurarum genere et peccant aequaliter in diversa, ergo veritas consistit in medio, et figuras Ellipticas mediat non nisi Ellipsis. Itaque omnino Martis via est Ellipsis resecta lunula dimidiae latitudinis pristinae Ellipseos. Erat autem lata lunula 858 de 100000. Ergo debuit esse lata 429, quae est justa curtatio distantiarum in longitudinibus mediis, ex perfecto circulo extructarum. Hic inquam veritas ipsa est. At vide quomodo ego interea rursum hallucinatus et in novum laborem conjectus fuerim. Ellipsis illa pristina cum curtatione 858 habuit causam naturalem hanc, nempe, ut dicatur centrum Epicycli tarde incedere, quando Planeta versatur in Apogaeo Epicycli, velociter infra.

Epicyclus vero ipse aequalibus temporibus incedere aequaliter. Hoc erat mediocriter consentaneum naturae. Jam vero si Ellipsis esset cum curtatione 429, carebam causa naturali. Nam absurdum erat, centrum Epicycli incedere inaequaliter, Circumferentiam Epicycli, nec aequaliter, nec inaequalitate ipsius centri, sed inaequalitate peculiari, quae esset dimidia saltem inaequalitatis centri. Loquor enim jam tecum non ex meis commentariis h. e. rationibus naturalibus, sed ex Ptolemaeo et antiqua Astronomia, ut me capias.

Si *A* (Fig. 33) Sol, *AE* linea Apsidum, *AD* 100000, *AC* 9264, et *C* punctum aequalitatis motus ipsius *D* centri Epicycli. Itaque si *CDR* linea determinaret etiam Apogaeum verum Epicycli, tunc ex itinere planetae fieret perfectus circulus. Nam ducta *DF* parallela ipsi *AC*, *ROD* aequat *ADC*, et *ADF* aequat *DAE*, et *RDF* aequat *DCE* anomaliam mediam, quia sunt aequalis restitutionis Epicyclus et Concentricus hic vero plane aequalis motus invicem, qui in se est inaequalis. Tunc juncta *FA* lineam faciunt tam longam, quam si ex *C* Eccentricus perfectus describatur radio *AE*. Transibit enim per *F*. Atque haec hypothesis falsa est, quod anno 1602 rescivi: ain autem manente *C* puncto aequalitatis ipsius *D*, linea *ADO* fieret linea Apsidum verarum Epicycli et *O* vera Apsis Epicycli, sic ut ipsi *DCE* anomaliae mediae constitueretur aequalis *ODF*, et *DF* inclinaretur ad *AC*, quod est perinde ac si dicam Epicyclum aequalibus temporibus moveri aequaliter circa suum centrum: tunc haec esset quam proxime hypothesis, qua sum usus per 1603 in 1604 annum, quam et tu tenes. Et haberet mediocrem causam naturalem. At deprehendo ex primo excessu, secundo defectu *CA* 9264 esse mediandum vel bisecandum in *B*, ut ducta *BDS* sit Apsis Epicycli vera, itaque *C* adhuc centrum aequalitatis *D*. Sed jam *SDF* est aequalis ipsi *DCE* anomaliae mediae: et *DF* minus inclinatur ad *AC*, quam prius. Atque ex hac hypothesi jam quam proxime vera distantia extruitur *F* ab *A*, sic et *FAE* quam proxime vera coaequata.

Dico quam proxime nunquam enim ita vere, ut cum ea Physica aequatione computatio instituitur. Porro haec hypothesis mihi (ut in delineatione meae ratiocinationis, ut constiti pergam) non satisfecit, quod punctum *B* causa naturali carebat. Nam punctum *C* habet causam naturalem, quod sc. *AC* et *DF* aequantur, et quod tantundem est ac si dicam, ut distantiae sunt sic esse moras in aequalibus arcubus Eccentri. E contra vero

alia res me ad causam naturalem invitabat: hoc nempe, quod vidi succurentem secantem (?) aequationis Epicycli maximae. *AF* scilicet ille esset (ad angulum 5° 18′) 100429 *). Itaque *FA* longior est quam *DA* particulis 429. Et quia *FA* (Fig. 34) distantia sequitur ex usurpatione perfecti Eccentrici, et 429 supra venta est curtatio justa hujusmodi distantiarum pro hypothesi vera, ergo si pro *FA* sumamus *DA* habemus justas distantias in longitudinibus mediis. Statim arripui hanc pro naturali hypothesin, planetam non versari in Epicycli circumferentia *GFI* sed in diametro *HDK* librari. Jamque distantias et totam aequationum tabulam extruxi inde. At miser his ipsis Paschalibus feriis demum experior re ipsa, quod si consideratus fuissem meminisse poteram jam antea demonstratum esse in Commentariis meis hujusmodi iter Planetae compositum non esse Ellipticum, quod superior mea argumentatio evicit, sed in octantibus ab Ellipsi versus circuli perfectionem exire in buccas (Fig. 35). Vitiosa igitur fuit argumentatio. Libratio in diametro Epicycli aequat eclipsin in longitudinibus mediis et in apsidibus, ergo undiquaque illam aequat. Falsum. Atque hinc est, quod rursum ut in antiqua falsa hypothesi nec distantiae officium fecerunt nec aequationes Eccentri. O fructuosam societatem rei utriusque, quae nunquam me non dirigit in tot perplexitatibus. Jam igitur hoc habeo Fabrici: Viam planetae verissimam esse Ellipsin, quam Durerus itidem Ovalem dixit, aut certe insensibili aliquo ab Ellipsi differentem. Computavi inde aequationes Eccentri in sitibus acronychiis, officium faciunt ad unguem, de distantiis quo minus idem dicam, fecit earum inquirendarum Methodus paulo laxior, quae semper me circa 100 particulas in dubio relinquit, etiam cum optimae sunt observationes. Nosti enim optimas observationes uno minuto peccare posse. At unum minutum vitiat distantiam immaniter, si Planeta prope ☉ aut ☍ ☉ fuerit. Hoc tamen certum habeas: quam proxime verum venire. Itaque totam hypothesin tibi delineabo.

Data anomalia media (Fig. 36) (per notum tibi locum Aphelii cui semicirculum adimes jam, et notum motum mediatum, qui manet) quaeritur anomalia Eccentri aut indirecte aut per tabulam. Per tabulam sic, aequationem maximam ex area trianguli aequatorii, quae est 5° 18′ 30″. Resolve in secunda et

*) S. meine Epochen der Geschichte der Menschheit. Bd. 1. S. 434 u. fgg.

dispertire hanc summam per omnes gradus anomaliae Eccentri, rursum in gradus redige, et appone ad illos suos gradus anomaliae Eccentri, et juncta 90° anomaliae Eccentri erit 5° 18′ 30″. Ergo per 95° 18′ 30″ anomaliae mediae excerpitur 90, anomaliae Eccentri. Indirecte cadem anomalia Eccentri sic excerpitur. Cum ante semicirculum semper sit minor anomaliâ media, post major, conjectura percoucipe, quanto sit minor. Ut si anomalia media mihi daretur 48° 46′ 10″ vellem conjicere anomaliam Eccentri esse 45° 0′ 0″. Sinus hic in summam secundorum 5° 18′ 30″ multiplicatus et per 100000 divisus, debet mihi relinquere 3° 46′ 0″ si bene conjeci, ut 45° et 3° 46′ efficiat datam mediam anomaliam. Habita anomalia Eccentri ut 45° multiplica ejus sinum 70711 in 430 curtationem prodit 303, quam aufer a sinu 70711, manet 70408. Sume deinde sinum complementi anomaliae Eccentri, ei adde Eccentricitatem 9264 in superiori Eccentri semicirculo sc. a 270 in 90. Aufer in inferiori a $95\frac{1}{4}$ in $264\frac{3}{4}$. Vel ab Eccentricitate aufer sinum complementi si is minor fuerit. Tunc *fdk* ut *ad* sinum illum curtatinam, hic summa vel residuum, hic solus, adde tangentem: quae offeret angulum anomaliae coaequatae *). Is erit vel ipsa anomalia coaequata vel excessus coaequatae supra semicirculum vel alterutrum horum complementum ad semicirculum, pro re nata. Hujus vero anguli excerpe secantem: et fiat ut sinus totus ad illam summam vel residuum, sic hic secans ad geminam distantiam Martis a Sole. Stultus ego non vidi me hoc modo extruere easdem distantias cum libratoriis **).

---

*) Diese Worte geben so, wie sie hier stehen, keinen Sinn, auch stimmen die Buchstaben des Textes nicht mit den Buchstaben der Figur 36. Keppler will offenbar Folgendes sagen: Wenn man von dem Sinus der excentrischen Anomalie *fc* die Breite der Mondsichel an dieser Stelle *fe* abzieht, so erhält man die Tangente *ce* der wahren Anomalie.

**) Fundamentum hoc in Ellipsi et circulo, ut diameter circuli ad breviorem diametrum Ellipseos, sic *FC* (Fig. 36) ad *EC* per totum semicirculum. Sic etiam *FD* arcus ad *ED* arcum. Itaque etsi *DEG* brevior est, quam *DFG*, si tamen relinquatur ipsi *DEG* appellatio 180°, tunc et parti *DE* relinquitur appellatio ea, quam vere habet *DF*. Ergo anomalia Eccentri hic est *DE*, at non arcus *DBE*, quod me hoc paschalis tempore et inde a Natalitiis fefellerat. Amplius ut *FC* ad *EC* sic area *DFA* ad aream *DEA*. Igitur etsi area *DFG* major est, quam 1800000 (quod probo peculiariter) tamen si areae *DEG* detur idem nomen, quod areae *DFG*, retinebunt et partes *DEA* . *DFA* eadem nomina, licet *DEB* . *DFB* et *AEB* . *AFB* area metiens partem aequationis

Denique utere orbium proportione ea, quae est 100000 ad 152500. Si autem omnibus locis prodesse hoc videris poteris uti 152400 vel 152600. In ♓ duo vel tria minuta deesse puto et huic et antiquis hypothesibus, forte propter falsam assumptionem in ♓. Nam ♂ habuit ao 93 in ☍ ☉ magnam latitudinem. Sc. non video quomodo corrigere possim, ut nullum detrimentum inferatur locis reliquis. Et tamen haec 3 minuta possunt in ☍ ☉ ♂ efficere ad apparentiam 10 vel 11 minuta. Sed et aliud est, quod desidero in hac Hypothesi: nempe quod ad insaniam usque contendens causam naturalem confingere non possum, cur Mars cui tanta cum probabilitate libratio in diametro tribuebatur (res enim nobis ad virtutes magneticas pulchre admodum recidebat) potius velit ire Ellipsin vel ei proximam viam. Fortasse tamen puto virtutes magneticas non omnino respicere sinum (?), sed aliud aliquid. Omnino sapit magneticam vim Eccentricitas, ut est in meis commentariis: ut si globus Martis haberet axem magneticum, uno polo solis appetentem, altero fugientem, eoque axe porrigeretur in longitudines medias, tunc quam diu versatur in descendente semicirculo, maxime in longitudine media, porrigit polum appetentem versus solem, itaque semper ad solem accedit sed maxime in longitudine media, nihil in apsidibus. Et tunc in Asc. semicirculo aequaliter fugit a Sole. . . . .

. . . .

. . . .

Scias distantias libratorias ad unguem satisfacere nobis. Probavi per stationes ab anno 82 in 95. Proportio tamen Eccentricitatis et orbium fuit alia paulo. Eccentricitas sc. 9300 circiter. Et apogaea distantia ad medium radium orbis ⊕ proportio q̄ 2 ad 3 non dimidio centenario de 100000 plus vel minus.

Quaeris cur Soli tribuam distantiam 100000? Quia hoc peculiare est huic hypothesi, ut tota theoria solis adhibeatur ad omnes Planetas et sic etiam ad ♀ ☿. Nam in ♀ circellum libratorium scias, nihil esse aliud, quam hoc ipsum, quod distantia a terra medii puncti, repraesentantis solem, non manet eadem.

---

physicam. Igitur si circulus proferendus esset, tunc *DF* vel *DBF* esset anomalia Eccentri, et area *DFA* esset anomalia media. Sed jam in Ellipsi non *DBE*, sed *DE* est anomalia Eccentri, et *DEA* area est anomalia media, et angulus *DAE* est anomalia coaequata, et *AE* vera distantia.

Convenit dimensio. Nam Ecc. ☉ credebatur Ptolemaeo 4170 semidiameter circelli illius est 2080. Bisecat igitur Eccentricitatem solis, et ego utens distantiis Solis a ⊕ variabilibus (in mea correctione) vel distantiis ⊕ a puncto repraesentante medium locum ☉ variabilibus (in incorrecta Copernicana forma) non indigeo illo circello, qui hoc quoque nomine incredibilis, quod ad alienum orbem, Terrae scil. esset convertibilis. Habes unam causam cur distantia ☉ ⊕ sit 100000. Altera, quia pulchrum, veras omnium siderum distantias earumque proportionem ad invicem, erui citra regulam Detri, ex pabulis. Si nempe qualium ⊕ ☉ 100000, talium ☉ ♃ 400000, esse tunc ☉ ♄ 900000.

. . . .

21. In cancellarii genesi errorem non pertinaciter negaverim, meque tamen fateri possum, quia vero ais anno 1595 7 die Hor. 7 p. m. fuisse similem positum, et quia casus tibi circa longitudines medias eruendi distantias, videtur aliquid difficultatis habere, age declarabo tibi superius, et jam correctissimum praeceptum in hoc exemplo, tu ex eo de antiqua mea forma judicabis.

		Solis locus
1594	7 28 25 39	25 11 16 ♐
Novbr.	5 25 2 23	3 50
D. 6	3 8 40	25 7 26
H. 17	22 17	30 39
	Add. 3 55	10 13
	1 27 2 54	2 33
	4 28 59 14	25 50 51 ♐
	91 56 20	Dist. ☉ ⊕ 98225.

Quia sinus circa medias longitudines conjicio aream trianguli aequatorii continere 5° 19′ 10″. Esset igitur complementum anomaliae Excentri 86° 37′ 10″. Videamus an bene conjecerim. Sinus 86° 37′ 10″ est 99826, area maximi trianguli est 5° 19′ 43″ per Excentricitatem scil. 9300. Hoc est 319 prima vel 19183 secunda, quae in sinum 99826 multiplicata dant 19150, quae sunt 5° 19′ 10″ plane ut conjeceram. Sed inquis hoc non est geometricum et quis semper tam felix conjector esse potest? Vera objectio, sed mihi sufficiat tabulam geometrice ad datas anomalias Excentri posse construere, quod jam pridem feci, et unde deprompsi hanc felicem conjecturam. Ex eadem possem tibi statim dicere complementum anomaliae coaequatae esse (Fig. 37).

80 12 40
 37 24
81 19 4
 14
81 18 50

Et distantiam 100548. Sed exemplum pertexendum est calculi citra tabulas. Igitur quia complementum anomaliae Excentri est 86° 37′ 10″ dimidia libratio superior pene est absoluta restant 3° 22′ 50″.

BD.
Sinus 5878
 9300
 17 63400
 529 02
 547

Hic invenio 547 addenda ad radium, et sic habeo distantiam justam. Dantur jam in *ADC* tria latera, utere quibuslibet pro angulo *A* inveniendo. In praecepto jussi inquirere *DC* estque sinus 99826 diminutus particula de 432 respondente sinui. Eaque *DC* et *DA* jussi uti, et postea inquirere *AC* ex *AD* . *DC*. Sed non est opus ut video inquirere *DC*, sufficit nobis *AC* et *AD* cum *AC* simplicius detur. Igitur prodit *C* 8° 40′ 56″. Ergo angulus *A* 81° 19′ 4″. Eccentricus locus 7° 40′ 10″ ♊.

AB 9300
BD 5878
AD 15178

Utentes igitur proportione 152500 invenimus
100547
 50273
 2514
153334

153233 } Index
98225 } 21875
 21600
 45.0
 20.53

⊙ 25 50 51 ♐
161 49 19

132 41 20
 20 53
 1 39 3 . . . . . 49 19
134 44 16 2 0 32
 1 38 38

⊙ 134 44 16
 25 50 51 ♐
♂ 10 35 7 ♉. Ecce repraesentatum locum ad unguem. Quomodo simul computes latitudinem epistola ante hanc proxima perscripsi, potest etiam sic, multiplica inclinationem loci in 2 0 32 prodit latitudo.

22. Dixi tibi simul compendiosum meum calculum, is con-

stat tabulis 1) Solis, 2) loci Eccentrici et distantiae ♂. 3) Tabula indicis valde prolixa sc. jam confecta. 4) Tabula anguli. Ex tertia cum 153200 a fronte, et 98200 a margine ingressus invenio indicem, qui post correctionem rationalem facillimam evadit 21875.

Ex quarto cum Indice 21600 a margine et 161 angulo ad Solem ingressus invenio angulum 132° 44′ 20″. Et differentias pro indice 45′ 0″ pro angulo 2° 0′ 32″ quae eadem ut jam dixi est et utilis pro latitudine. Fuit haec laboriosissima scil. ante annum confecta. Cogito sic pro omnibus Planetis facere, si vixero. Possum enim construere sine observationibus, semper utiles, ut sinus, si exemplum esset, mitterem.

23. Simul autem vides, vel jam tandem perfectum esse illud exoptatissimum conjugium, et eliminatam adulteram illam vicariam. Omnia facta sunt, quae petisti, causae sunt datae utriusque Eccentricitatis. Astronomiam habes sine hypothesibus. Videtur quidem adhuc haec esse hypothesis dum dico Martis Eccentricum esse perfectam Ellipsin. At prius hoc ex causis physicis conclusum est, nonne igitur hypothesis in meis commentariis est vero in calculo, sed vera suppositio veri itineris Planetarii: dantis distantias et aequationes.

24. An vero adhuc stet Mysterium meum quaeris? Omnino mihi Fabrici bisectio Eccentricitatis Solis benignissime fecit in diastematibus omnium Planetarum, et hoc procul dubio est, quod me torsit fol. 61 ut et 50. 51. 52. 53. Mysterii, quod scilicet in compensationem alterius partis Eccentricitatis solis, quae mihi ex antiqua persuasione accesserat, lunam exterminare volui. Nam luna addita plus justo habui, eliminata minus justo. Exerceamur.

Radii orbis ♂ 109300. 90700. Si 109300 dat 166666, quid 90700

30233 — Ergo Ima ♂ 138304

30233

1511666	
1193	1
4186	
3279	3
9076	
8744	8
3226	
3279.	30
47	4

Summa ⊕ solius 101800

Jam 100000 dat 79465 radium inscripti dodecaedro, quid 138304.

```
79465
138304
------
79465           Ergo radius orbis in dodecaedro
238395                         est   1099|03
 63572          Sed summa ⊕           1018|00
  2384                  Differ.       ------
    31                                  81|03
------
109903
```

Si ergo Terra a Sole distaret talium partium 1018 qualium partium Luna distat a Terra 81, tunc exquisitissime conrordaret Mysterium.

Dicamus sic: 81 sunt 60 semidiametri terrae, quid 1018?

```
61080|754
 81  |
 567 |
 ----
  438
  405
  ---
  330
```

Quia ergo certum est ex observatione, Lunam distare 60, ubi plurimum, Terra igitur secundum hanc analogiam distaret 754 semid. At ponitur distare per 1200, sed periculosa et facile erranti methodo, quae nititur aestimatione digitorum Eclipticorum.

In Eccentricitate ⊙ Ptolemaica sic summa ⊕ 1021|00

```
1099|
----
  78
```

parum lucrum. Estque notatu dignum. Si terra distat 754 semidiametris, tunc umbrae terrae mucro desinit in corpore ♂ cum mediocriter distat.

25. Et quia in hanc mentionem incidi consilii capiendi causa, rem magni momenti aperiam. Tycho perscripsit, se observasse parallaxes Martis majores solaribus in ☍ ⊙, perquisivi in observationibus, invenio insignem fallaciam contigisse. Tycho instituerat hoc facere, observationes huic negotio idoneae habitae ex ipsius mente. Ex iis observationibus ego parallaxin invenio nullam minorem sc. quam ea, quae Soli tribuitur: adeo ut si qua erat, ea se intra observandi incertitudinem abscondat. Nec invenio examinatas illas observationes parallaxeos eruendae cau-

sa; sed hujus loco invenio schema Copernicanum, numeros et assumpta omnia ex Copernico, casum tamen ex observatione illa, et inde per solutionem triangulorum rectilineorum laboriosissimam computationem parallaxeos ♂, ubi tandem concluditur majorem esse solari idque manu studiosi alicujus. Credo igitur jussisse quidem Tychonem, quod erat ad rem, studiosus vero perperam intellexisse, et deinde factum retulisse, quod imperaverat, in verbum vero quod erat suspicatus. Tu igitur quid suades: quomodo haec propalanda lectori? Certe in fraudem veritatis reticenda non sunt, ne Deum iratum habeamus.

Si ergo parallaxes ♂ tam parvae, erunt et Solis minores, quod etiam Eclipsium doctrina confirmabit, ubi ad Hipparchum meum Deo dante accessero. Nam aegre unum minutum retineo inter Solis parallaxes. Alia igitur obliquitas Eclipticae. Quo vero altius solem sustulero, hoc longius a meo Mysterio discessero.

Scripsi Octobris XI. A° 1605.

Saluta D. Cancellarium.

Joh. Kepler.

Fabricius an Keppler.

Unum est, quod explicari mihi cupio; cum in ♂, ♃ aut ♄ ex acronychiis longo annorum intervallo (ut 10 aut plurium annorum) disjunctis aphelii locus quaeratur, quaestio est, cui observationi acronychiae in praxi institutae, aphelium respondeat. Certum enim est, unum et idem aphelium omnibus 3 aut 4 observationibus acronychiis respondere non posse, propter motum aphelii interea factum. Tu redigis 4 observationes in circulum et sic inquiris caetera. Existimo igitur nec verum aphelium nec veram Eccentricitatem sic dari posse, quia unum ex altero dependet. Quare puto quoque non dari posse eandem Eccentricitatem ex aliis ac aliis assumptis acronychiis 4. Causam hanc do. Eccentricitatis utriusque proportio semper non manet eadem ut tu vis, sed variatur pro distantia ♂ ab aphelio. In ipso aphelio exacte bipartita est tua sententia, ut et in caeteris locis. At ego dico, illam proportionem variari, ita ut circa medias longitudines inferior Eccentricitas Eccentrici major fiat, et hinc quoque distantiarum illud est discrimen inter te et me, quod nuper indicavi. Debere videlicet distantias circa medias longitudines Eccentrici majores esse, quando enim centrum Eccentrici sursum

in diametri linea scandit, distantiae etiam a ☉ ad ♂ majores redduntur, et hac ratione etiam sola illa differentia salvari potest, ad quam salvandam tu nescio quae mira excogitasti. Quaeso te ob amorem uranicum, ut haec diligenter perpendas. Addo, si proportio Eccentricitatis variatur pro distantia ♂ ab aphelio, etiam prosthaphaereses aliquantulum variantur ob eandem, de quo dico, Eccentricitatis proportionem variatam. Accipe etiam hoc. Tua Eccentricitas ut et proportio illius in vicaria hypothesi non respondet acronychiis observationibus, sed alicubi ad*).. differt, ut in acronychio. Videtur igitur, quod ad 2 minuta Eccentricitas major vero sit. Ego ex acronychiis 3 aliis atque aliis assumptis modo Copernico, invenio semper minorem dari Eccentricitatem, quo acronychia propiora longitudinibus mediis et contra. Accipe etiam hoc, quod verissima Eccentricitas Eccentrici sit tantum dimidium totius Eccentricitatis ex calculo acronychiorum erutae. Nemo hactenus causam reddere potuit anomaliae in ipso motu medio Eccentrici, quomodocunque etiam tu nitaris ex ovali rationem dare. Ego vero post multas cogitationes video sic hypothesin constitui debere, ut centrum Eccentrici moveatur ad latera utrinque, ita ut angulus variationis centri a linea fixa aphelii dimidiam prosthaphaeresin constituat, ut in Schemate (Fig. 38), quando ♂ in aphelio, tunc linea fixa aphelii et linea mobilis aphelii eadem, videlicet *abc*. At ubi ♂ in *d*, tunc centrum Eccentrici in *g*, et sic angulus variationis aphelii est *bcg*, dimidia fere prosthaphaeresis illius loci, alterum dimidium dat Eccentricitas dimidia *bc*. Quando ♂ in *o*, tunc centrum Eccentrici in *k*, et hic angulus maximae variationis aphelii est *bck*.

Nota ego ex festinatione male schema depinxi, quando enim ♂ in Eccentrico ad sinistra aphelii, tunc centrum Eccentrici in linea *bk* progreditur et contra. Observa: *ck* Eccentricitas major circa longitudinem mediam, quam *bc* in aphelio. Hinc et distantiae longiores fiunt.

Linea a terra per centrum Eccentrici ostendet verum aphelium. Tu exactius haec perpende et forte ansa tibi erit ad majora, ego haec ob animi motus tristes clarius et fusius tractare nequeo.

11 Jan. 1606.

*) Auslassung im Manuskript.

Fabricius an Keppler.

Clarissime Domine Keplere, miror me tanto temporis spatio nullas abs te literas accepisse, cum tibi in dies commodiores huc, quam mihi illuc scribendi occasiones offerantur. At puto te propter pestem inde cum Caesare discessisse. Ego sane nunquam inquiorem fortunam in tabellarum commoditate unquam habui. Et annus hic omnibus meis actionibus fuit infelicissimus, et studia mea mihi magis nocuere, quam profuere, adeo □ ♄ ad *MC* infestus mihi fuit.

Literas tuas ultimas vernales tabellarii vel incuria vel ut dixit lapsus in aquam tunc temporis ex liquefactione nimium ubique stagnantem, adeo foedaverat, ut literae maxima ex parte desideratae vel evanuerint vel illegibiles redditae sint, et quod maxime dolui, numeri in ♄ non additi, pro Eccentricitate primas tantum cyfras duas habebat. Ideo nihil tentare potui, licet maxime desideraverim. Tu igitur numeros illos explebis denuo. Quantum tamen ex illis et antepenultimis et aliis quoque tuis literis cognovi, video motum ♂ caelo juxta novas tuas hypotheses omnino convenire, sed calculandi forma intricata et difficilis. Contra vero tuas hypotheses aliquid inferam generaliter. 1) per Ovalitatem vel Ellipsin tuam tollis circularitatem et aequalitatem motuum, quod mihi inprimis penitius consideranti absurdum videtur. Coelum ut rotundum est, ita circulares et maxime circa suum centrum regulares et aequales motus habet. Corpora coelestia sunt perfecte rotunda, ut ex ☉ et ☽ liquet. Ergo non dubium est, omnes omnium motus per circulum perfectum, non ellipsin aut excessum etiam fieri, item aequaliter moveri super suis centris. At cum in Ellipsi tua centrum non ubique aequaliter distet a circumferentia, certe motus aequalis maxime erit super suo proprio centro inaequalis. Quid si igitur retento circulo perfecto, ellipsin per alium circellum excusare posses, commodius esset. Nam sufficit salvare posse motus, sed etiam tales hypotheses constituere, quae principiis naturalibus minime dissentiant.

Dato *fe* (Fig. 39), statuis planetam in *c*, et coaequata anomalia est *cbt*. Sic quidem prosthaphaeresis partem conficis, at non integram prosthaphaeresin inde dare potes. Adhibes secundo Eccentricitatem pro altera prosthaphaeresis parte. At quae ratio sit non video. Si *cbt* est coaequata anomalia et in *c* planeta fuerit, tunc *cbd* tota esse deberet prosthaphaeresis istius

loci, sed non est, nec *bc* est vera distantia, *eb* non est vera distantia minor, multo magis *bc* minor est. Si vero *bd* distantia vera erit, cur ad punctum *c*, (ac si planeta ibi esset.) coaequationem anomaliae constituis?

Objectio alia.

Si ellipsis tua veram hypothesin conformet, ex illa quoque dabis rationem, quomodo ex tribus acronychiis Eccentricitas et Apogaeum inquirendum, vel ostendes causam ex tua ellipsi, cur illa exquiri ex tribus non possint. Si motus undiquaque ellipsi respondent, tunc reciproce ostendere debes, tanquam a priori, quomodo ex tribus acronychiis motus constitui possint, ut certe fieri posse ac debere omnino mihi persuadeo, et quam diu ex tribus acronychiis illa constituere non potes, tamdiu ratio hypothesis verorum motuum latet, nec ellipsis aut alia fictitia forma satisfacit animo, utut etiam motus caelo consonos praebeat.

Quare mi Keplere suda in eo, ut ex tribus acronychiis statim et tanquam a priori Eccentricitatem et Apogaeum constituere possis, et ellipsin tuam facile objicies et in excessu potius circuli latentem veritatem invenies.

Quod si Ellipsis tua geometrica esset et distantia a ☉ responderet loco, ad quem coaequatam anomaliam constituis et una etiam prosthaphaeresin, per Eccentricitatem semel tantum adhibitam, tua hypothesis exhiberet, certe verisimilius esset, at distantiam veram non praebet geometrica dimensio, si ratiocinatio facta.

In eo igitur labora, ut si (Fig. 39) planeta in *e* circulo constitutum sit, *bea* totam prosthaphaeresin illius loci exhibeat et *eb* distantiam veram simul. At illud impossibile fieri posse per dimidiam Eccentricitatem *ab* adhibitam.

Quare si in ellipsi tua planeta per conformitatem non aequalis constituendus vel in *o* vel in *c*, tunc videndum, ut *aob* vel *bca* totam istius loci (in quo planeta ponitur esse) exhibeat, et *ob* vel *cb* sit distantia vera. Hoc si fiet, Geometrice certe erit. At in tua ellipsi posito planeta in *c*, tunc *bca* tota aequatio non est, nec *cb* distantia ut deberet. Si vero planetam revera ponis in alio loco, quam in *c*, cur quaeso ad *c* punctum coaequationem inquiris? Physicae multiplicationis causam non ostendis nec veram rationem. Admiratus sum aliquoties mi Keplere ingenii tui subtilitatem summam, duplicare eam hic nunquam desino, at cuperem subtilitatem inventionum non adversari principiis naturalibus. Subtilis Copernici est hypothesis inventio at quam absurda sit, disputare non poteris. Ego omnino puto, veritati

magis propinquum esse, quo quid simplicius fuerit et veritas ipsa per se simplex. Existimo nunquam nos ad verarum hypothesium inventionem perventuros, nisi causae motuum penitius perspiciantur, et cur dimidia tantum Eccentricitas adhibeatur in distantiis, cum prosthaphaereses tamen aliam dent.

Talem mihi da hypothesin, mi Keplere, quae 1) primo intuitu, primoque et uno calculo, non invariata hypothesi ex Eccentricitate totali veras prosthaphaereses et simul veras distantias exhibeat. 2) ut ex illa eadem hypothesi ostendere possis duplicis Eccentricitatis causam et rationem. 3) quomodo ex eadem per tria acronychia statim Eccentricitas et Apogaeum verum inquiri possit; et id ita, ut ubique circularitas et aequalitas motuum astronomice et geometrice retineatur. In his inquirendis ego per 4 annos laboravi et etiam nunc laboro, et lapidem astronomorum (ut sic dicam) inquiro.

Cum ♂ non sit in *e* (Fig. 40) nec in *s* nec in *d*, sed *o* puncto ostende mihi quaeso geometrice, quomodo ex puncto *d* verus locus *o* scitur. Ratiocinationem nolo, sed linearem demonstrationem.

Data anomalia simplici coaequatam quaeris, per intercedentem mediam, ut *fe* data simplici *d* erit media, et sic *dac* coaequata anomalia, idque geometrice colligis.

Quod vero post per valorem trianguli *bga* multiplicatum in *ec* sinum, colligas, alteram prosthaphaeresin pro simplici anomalia inquirenda, illud intelligere non possum. Tu Eccentricitatem semel adhibuisti et nunc denuo illius angulum adhibes et in sinus nondum curtatos multiplicas; quod illius multiplicationis causa et ratio sit, velim ostendas.

Tu ad punctum *d* statuis coaequatam, cum tamen illic ♂ non sit, nec etiam *ad* vera distantia. Ex calculo colligis quidem tandem veram prosthaphaeresin et veram distantiam, idque ratiocinatione potius, quam geometrice. Debebas enim in figura geometrice hoc, quod intendis, per lineas et triangula ostendere. Agitur hic non de valore areae, sed de distantiis et lineis geometricis vel opticis.

NB. Necesse est, ut ♂ non sit in *d*, sed in *o* puncto, si prosthaphaeresis et distantiae convenire debent. At tu geome-

trice ex praesuppositis ostende, per triangula, quomodo sit in *o* vel ostende, quomodo *do* inquiratur, et quomodo *ao* veram distantiam det et *oaf* verissima anomalia sit. Hoc velim mihi ostendas et satisfacias tandem curiositati meae.

Cur non ex centro Eccentrici mediam et simplicem constituis, et inde ex puncto sc. *s* statione, *o* punctum verum loci ♂ in sua ellipsi demonstras, et tandem ex eo puncto ostenso verissimam et coaequatam anomaliam geometrice et astronomice exhibes.

---

10) Quaeritur, an non ex motuum proportione, verissima quoque planetarum distantia a terra et inter se invicem detur, ut quidem omnium sit motus aequalis, at per orbium inaequalitatem, inaequaliter quoque moveri videantur.

Ostelae 20 Jan. 1607.

Fabricius an Keppler.

S. P. Non puto tibi molestum fore, praestantissime Mathematicorum nostri saeculi princeps, et amice plurimum honorande, si saepius ad te scribam, licet meo studio tuos Atlanticos labores parum juvare aut sublevare possim. Puto tamen nihilominus ejusmodi scriptiones mutuas suum habere fructum, quod saepe ad alia nunquam antea cogitata occasionem praebeant, vel viam sternant. Eam ob causam Tuam Praestantiam quoque reverenter rogatum volo, ne meae importunitati crebrae succenseas, ad quam Vranicus ille impetus me impellit. Et fateor certe ingenue, nisi tu mihi quasi in multis Ariadnes filum et Cynosura fuisses, jam dudum propter nonnulla dubia, in salebris haerere coactus fuissem, imo jam plane abjecissem operosum hoc studium. At tua ut fidelissimi et ingenui praeceptoris institutione adjutus, majori quoque studio complexus sum hanc nostram Uraniam. Spero quoque, te minime deinceps commissurum, ut eis sic hisce in locis collabatur. Per hyemem tuam hypothesin ex meis observationibus examinavi. Deus bone quam valde exhilaratus sum, cum veritatem calculi tantam viderem, et motus ex tua hypothesi erutos, caelo exactissime convenire, et ipse cognoscerem. Mitto meas quasdam observationes circa apogaeum et perigaeum, item medias longitudines. Sola ratio explorandi Eccentricitatem orbis annui per tres parallaxes ad unum Eccentrici lo-

cum defuit, non quod communicata antea a te mihi non esset, sed quod in ipsa pragmateia difficultates antea non consideratas aut speratas invenirem. Concise siquidem, et sine exemplo abs te tradita erant. Collatio enim arcus ad centrum *B* (Fig. 19) dupli, et anguli alterius ad *A* Eccentrici difficultatem injecit. Ego ex meis observationibus tria loca ♂ apparentia ad unum Eccentrici punctum accepi et feci *AD* 1000. Et in ea proportione latera *AE*, *AF*, *AG* inquisivi, et post per *AE* et *AF* cum *EAF* inquisivi *EFA*. Item *FEA*. Ad eundem modum per *FA*, *AG* cum *FAG* quaesivi *FGA* et *GFA*. Sic tertio quaesivi *EGA* et *GEA*. Post *FEA* et *GEA* a se invicem subtraxi, et remansit *FEG*, cujus arcum *FG* ad *B* duplum accepi, et post complementum ad 180 in 2 secui, ut essent *FGB* et *GFB* aequales. Cum igitur *FGB* conferrem cum *FGA* non invenire potui talem differentiam *AFB*, quae totam nedum dimidiam Eccentricitatem ⊙ exhiberet, sed multo majorem. Quaeritur igitur, qua ratione collatio arcus dupli et anguli ad *A* constituti fieri debeat, an simpliciter fiat, vel an forte anguli isti duo aequales adhuc aliter transformandi per reductionem aliquam.

2) Quaeritur an non idem sit, sive in praxi *FG* arcus vel *EF* alter (respective tamen ad suos angulos relativos) adhibeatur. Rogo plurimum et amanter, ut praxin illam ultimam a differentia duorum angulorum ad finem exemplariter mihi proponere digneris.

Cupio quoque scire, cur tria latera *EF*, *FG*, *EG* inquirere jubeas, cum tamen absque illorum cognitione anguli omnes ad *A* haberi possint. Mitto tres observationes meas ad unum Eccentrici punctum a me constitutas. Si placet poteris has calculo subducere, sin minus accipe tantum trium locorum ⊙ apparentium tres a terra distantias computatas et per eas, rationem operandi totam simpliciter tantum proponeres plurimum me juvabis et ad comprobandam etiam hypothesis tuae veritatem.

---

2) Ad rationem tuam ex 4 acronychiis inquirendi aphelium et eccentricitatem quod attinet, videtur ea mihi difficilis et operosissima, quo etiam facile quis abstineri potest a calculo isto operoso (quem recte immanem laborem vocas). Cogitavi ego per hyemen an non alia commodiori ratione hoc effici possit, item cogitavi jam antea per aliquot annos, quae causa sit, quod

ex tribus acronychiis non detur Aphelium et Eccentricitas vera. Puto me tandem veram causam et veram facillimam rationem ista inquirendi adinvenisse vel saltem viam sat patentem aperuisse. Cum in circulo omnis illa acronychiorum operatio et calculatio fiat, nunquam hoc simpliciter sic fieri potest, ratio est, quod acronychia non sint in circulo vel in ejusdem circuli circumferentia revera fiant, sed juxta tuam hypothesin intra, vel juxta meam sententiam extra circulum. Ostendam vero id juxta meam rationem, quae mihi melius perspecta et magis ad probandum, quod intendo, commoda.

Circulus niger (Fig. 41) refert Eccentricum simplicem et quasi fixum, in quo medius motus censeretur. Statuatur autem (ut observationes quoque volunt) acronychia non fieri in nigro isto, sed punctato utrinque circulo, cujus maxima circa medium distantia est 15 Minuta vel secans dimidiae Eccentricitatis ♂. Sint igitur tria loca acronychia F, G, M vera extra circulum Eccentrici, et quia in F requiruntur 14 minuta pro ratione distantiae a perigaeo, in G 6 fere, in M 13 minuta: Igitur illa minuta ad partem secui, ut 90 ad 15 Min. sic distantia cujusque acronychii ab apogaeo ad sua Minuta proportionalia. Cum igitur ex his tribus datis volumus aphelium et Eccentricitatem inquirere, necesse est, ea loca ad circulum illum nigrum vel Eccentricum fixum redigere, per minuta singulis acronychiis debita. Si igitur considerando, primum et secundum acronychium F et G sc. respexeris ad centrum A vere medium, vides per lineas parallelas E et H puncta mutari in isto circulo, et sic arcus HE quasi major requiritur, quam FG, alias ex tabulis juxta datum tempus respondet. Ergo ratione F 14 minuta addenda, ratione G 6 minuta, summa 20 Minuta, quibus arcus medius tabularum quasi crescit ratione interjecti circuli, ad quem vel in quo aphelium fixum et Eccentricitas fixa et vera considerantur.

Nota.

In priori exemplo ♂ revera erat in linea, quae super linea media per terram traducta ratione puncti in Eccentrico, ergo in ultima correctione (vide primum schema) auferebatur aliquid ab excessu, quia linea a ♂ per circulum traducta supra lineam assumptam NE est et proinde punctum terrae medium vicinius centro.

Summa haec est:

15 Minuta secantis ♂ in causa sunt, quod simpliciter ex

3 acronychiis aphelium non detur verum. Nam acronychia non sunt in uno et eodem circulo, sed evagantur utrinque extra Eccentricum fixum et verum. Si igitur verum aphelium habere cupimus, tunc ♂ loca reducenda sunt per 15 haec minuta ad circulum, et post pro consequendo arcu tertio medii motus agendum, non aliter ac si 3 illa loca essent in circulo, cum revera non sint, at per reductionem circulo sint adaptata.

2) Ultimae correctionis causa est, quod licet per 15 minutorum correctionem arcus tertius inquirendus, tamen post rursum per 1 *) acronychii minuta correctio ultima adhibenda, ut si verus locus ♂ supra assumptam lineam Eccentrici per terram traductam fuerit, tunc auferendum sit (ratione pro minutis 1 acronychii) ab excessu et a subtensa *NC*. Contra si ♂ locus infra fuerit, tunc aliquid addendum.

Nec ullo modo dubito mi Keplere, in his 15 minutis mysterium illud hactenus latens inesse. Ostendunt hoc distantiae circa medium longiores, quam in linea aphelii.

Quare ut tu in tua hypothesi (vel ego in excessu circuli) per ellipsin et defectum circuli ratione 15 Minut. loca acronychia inquiris, ita contraria ratione ab acronychiis retrocedendum erit ad hypothesin et ejus constitutionem.

Adhibe alia quoque exempla ad ostensam rationem traducta et videbis quam proxime respondere. Certe in excessu et pro Eccentricitate differentia exigua, at aphelium paulo plus variat.

An igitur ultima correctio ex praedicta causa sit vel ex motu variati interim aphelii vel praecessione coeli, quod primus arcus sit plus augendus vel minuendus, ut sic *NC* justa detur, nondum certe scire possum.

Quaeso diligenter haec examines et limam illis adhibeas, quo vera ratio directa ex 3 acronychiis inquirendi Eccentricitatem et Aphelium tandem plane et plene patefiat. Ego sane multo laboro, multis et fere innumeris calculi laboribus huc usque tandem perveni.

Tu putas ♂ ad latera ingredi circulum, ego potius egredi credo, testantibus hoc distantiis ♂ a ☉ circa medias longitudines Eccentrici, et ratio haec inquirendi praesens idem confirmat, licet nondum absoluta sit. Ex variorum tamen exemplorum (tribus acronychiis datis) collatione, tandem patefiet, unde ultima illa correctio dependeat, an a minutis primi acronychii, vel mo-

---

*) primi.

tione aphelii, et qua ratione illa correctio instituenda, vel potius priori calculationi commode intrudenda vel immiscenda.

Nisi ego mi Keplere multis officii mei quotidianis molestiis, domesticis curis et aliis impedirer, plus efficerem in his per adhibitum correctum calculum, sed multa obstant. Quare absque impedimento non semper possum, quod maxime cupio.

Cogita, suda, labora, mi Keplere, ut apta via progrediaris, et omnia penitius specularis, sive in tua hypothesi sive per excessum potius circuli, ut rationem inde veram et facillimam eruas inquirendi. Nam tuus modus adeo laboriosus et taediosus, ut primo intuitu absterreat.

---

3) Et quod ad illum modum ex 4 acronychiis attinet haud dubie illa servasti, etiam in simplici calculo trium acronychiorum aphelium et excessum ex 3 datis certa ratione cohaerere, ut si post mutaveris excessum, mutatur etiam aphelii positio, Eccentricitas.

Nam si in secundo triangulo subtensam anguli apparentis reduxeris ad rationem primi trianguli et post illam reductam contuleris cum subtensa arcus medii, quae respondet angulo apparenti in secundo triangulo, tunc in illa proportione et caetera semper constituuntur, idque tam diu, donec verus excessus detur.

Quod ostendere intenderam, sentio commode non demonstrari. Dico vero hoc penicius, si Aphelium detur cum Eccentricitate (quae semper cohaeret cum aphelio certa ratione) et vera anomalia, an non possit directo aliquo modo a data vera anomalia per totam datam Eccentricitatem ad medii motus cognitionem perveniri; sicut tu ex assumpta media anomalia tandem ad veram procedis.

Quod si proportionis Eccentricitatis bipartitae in singulis a priori causa et ratio constaret, tunc statim per datam Eccentricitatem et aphelii locum veramque anomaliam ad medium motum progredi possemus. Cogitare igitur te velim, quae sit causa genuina et ratio proportionis Eccentricitatis utriusque in singulis.

Adjungo exemplum trium acronychiorum recte constitutorum. Sint tria acronychia

1595. 30 Octobr. H. 23. M. 55 p. M. ☍ vera ☉ ♂ facta in 17° 31′ ♉.

1600. 18 Januar. Hora 13. 46′ p. M. ☍ vera ☉ ♂ in 8° 38′ ♌.

1604. 28 Martii. H. 16. M. 35. ☍ vera in 18° 39′ 20″ ♎

inter 1595 et 1600 {medius motus simplex tabularum . . 87° 18′ 42″ / motus apparens . . . . 81° 6′ 50″}

inter 1600 {medius motus . . . . . 82° 21′ 10″
et 1604 {apparens . . . . 70° 1′ 20″.

Ad schema praepositum (Fig. 41).

FG arcus medius 87° 18′ 42″. At ratione *F* 14 Min. ratione *G* 6′ fere summam 20 Minuta addo arcui medii motus *FG* et sit in circulo *EH* videlicet 87° 38½′. Angulus apparens primus 81° 7′, complementum ad 180° est 98° 53′ videlicet *NCH*. Duplum 197° 46′, subtensa 1976008 *NH*.

Huic duplo adjungo *HNC* correctum medium 87° 38½′ summa et sic tertius angulus *NHC* 74° 35½′, subtensa 1211731.

De secundo triangulo *OCN*, qui est apparens 28° 52′ duplum 57° 44′, Subtensa 965546 *ON*. Adjungo duos correctos medios *EH* 87° 38½′ et *HO* 82° 2′ (nam ratione *G* 6 Minut. et ratione *M* tertii acronychii 13 Min. summam 19 Minuta subtraxi a medio tabularum motu 82° 21′) et fit summa medii motus 169° 40½′; et angulus sc. *ONC*, et sic tertius *NOC* sit 132° 35½′, subtensa 1831205 *NC*.

Cum igitur *NC* bis habeatur in diversa mensura, igitur *NC* secundi trianguli reduxi ad rationem subtensarum primi trianguli *NHC*.

Ut 18312 ad 12117 sic *ON* 96554 ad reductam 63891 *ON*. et sic per *ON*, *NH* latera cum *ONH* 82° 2′ datur *ON* arcus medius 31° 23′ et sic totus *EH ON* sit 221° 2½′ excessus super 180° : 21° 2½′ dimidium 10° 31′. Cum hoc tertio arcu quidem non statim datur verum aphelium absque alia correctione adhibita, igitur ab hoc arcu tertio 31° 22′ subtraxi dimidium minutorum in *F* 14′ sc., id est 7′ et manet 31° 15′. Eadem 7 minuta aufero quoque a dimidio arcui subtensae *NC*.

Et dico ut *ON* reducta 6389 ad *OH* subtensam veri arcus medii 31° 15′ 53865 sic *NC* (erat primum 12117, et dimidiatum 6058) dat arcum 37° 17½′. Aufero 3½ Min. (dimidium sc. 7 Minut. cum dimidiatae arcum subtensae accipimus) et manet 37° 14′ sinus 60506, duplicatus 121012 *NC* cor-

rectus sc. Ut igitur ON 6389 ad 5386 sic 12101 ad 1020 *).. veram NC.. Excessus dimidius antea erat 10^0 31', aufero ab illo $3\frac{1}{2}$ Min. (vel a toto excessu 7 Min. antedicta) et sit 10^0 $27\frac{1}{2}'$, complem. illius 79^0 $32\frac{1}{2}'$ 98336. Differentia igitur FG et NC correctae est 36600. Dat angulum aphelii 78^0 34' et aphelium in 28^0 57' ♌ reponit.

Nota.

Scire nondum certe possum causam hujus ultimae correctionis, nisi quod existimem, cum verus locus ♂ sit supra E punctum, ideo Eccentricit. 30' revera minorem esse debere. Et cum ibi 14 minuta de secante requirantur, dimidium illius in E, et altera pars in N requiritur. Vel forte promotio aphelii interea facta ad 7 vel 8 minuta, hic consideranda, et forte primo addenda fuissent etiam arcui medio EH, ut tanto etiam minor fuisset NHC vel NC, et sic ultimo non opus fuisset illa correctione.

Si simpliciter more vulgari ex 3 acronychiis priora inquiruntur datur aphelium in 2^0 28' ♍ circiter et excessus totus supra 180^0 21^0 15'.

---

6) Accedo ulterius ad tuam hypothesin, ex qua calculus ad unguem quidem datur, at magno cum labore. Vellem igitur, ut in eam curam incumberes, ut simpliciori hypothesi illum exhiberes. At dicis, geometricissimam esse, vera dicis, sed cuperem, etiam esse opticam.

Prosthaphaereses duplici Eccentricitate hactenus salvarunt, at tu cum solam Eccentrici Eccentricitatem ut veram statuendo, aequantis eliminas, alia ratione geometrica illius vicem supplere conaris, videlicet per valorem vel aream trianguli. Multiplicas dimidiam Eccentricitatem cum radio et sic quadrangulum vel aream quadratam constituis (Fig. 42) $DBSK$, et in eadem proportione etiam ad singulos anomaliae sinus aream trianguli constituis, ut ad E facis $EGPO$ quadratum ex OG dimidia Eccentricitate et sinu EG. At mi Keplere, quam reddis hujus geometricae areae hoc in loco adhibitae rationem, quid rei illi est cum hoc sinu. Requiritur opticus angulus prosthaphaeresis secundae, non valor areae geometricae. Per se vera illa sunt, at ratio non apparet applicationis. Sit E medius locus et FAG

---

*) Muss heissen 10201.

coaequata anomalia, jam debebas non per valorem trianguli sed opticum angulum (utpote *FAT*) ostendere, ♂ in *T* constitutum, per duplicem illam aequationem ad *F* et *T* puncta, optice convenire observationibus. Si *DC* 15 Minut. secantem subtraxeris (in 90 grad. anomaliae) a radio, relinquit sinum 84° 41′ et sic *DC* quasi vi quadam illam alteram prosthaphaeresin hic salvat, ita ut *ACB* unam prosthaphaeresis partem exhibeat et *DAC* alteram. At licet hac ratione hoc fiat, non tamen optice *DAC* angulum 5 grad. facit. Quod si *EF* secantis pars in illo loco etiam vi sua alteram prosthaphaeresis partem, quae coaequationem ad *E* desideratur, efficere posset, aliquid esset, at nec *EAF* nec *FAT* hoc potest. Quare plurimum rogo, ut causam et rationem geometricae istius operationis ostendas, cum optica ratio nulla suffragetur. Item cur bis Eccentricitatem adhibeas. Semel quidem recte juxta centrum; et semel apud singulos sinus.

Cogita mi Keplere de tali aliqua ratione, ut dato loco medio exempli loco *E*, consimilem illi des in tua ovali sive in *F* sive *T*, et post ostendas optice angulum *EAF* vel *EAT* totam prosthaphaeresin constituere et *AF* vel *AT* veram distantiam dare. Ego puto te alteram prosthaphaeresis partem ut et distantiam potius ratiocinatione Geometrica colligere, non vero astronomice et optice hoc ostendere posse in schemate ita esse aut fieri oportere. Haec libere scribo, pace tamen tua. Implicatio quoque indirecta trium diversarum anomal: ut difficultatem maximam calculo injicit, ita suspicionem movet, hypothesem naturalem non esse.

Addam quae inter scribendum mihi commodiora visunt ad intellectum tuae hypothesis.

Triplicem tuam anomaliam sic intelligo. Constituis simplicem mediam in circulo (Fig. 43) sc. *C* cui in ovali respondet *D*, ad hoc igitur punctum alteram coaequatam constituis sc. *DAG*. Si vero producatur illa linea ab ovali puncto ad circulum *E*, et illi loco congruentem rursus in ovali quaesieris *F*, erit punctum retardationis ♂; et sic ibi altera aequatio erit. At ostendendum ad illud punctum retardationis geometricae ♂, *DAF* revera constituere alteram aequationis partem et *AF* distantiam veram. At distantia debet fieri per dimidiam Eccentricitatem ad medium in ovali *D*, non ad *F*. Major igitur erit distantia in *F*, quam in *D*. At poteris angulum *DAF* facere non opticum, sed geometricum vel habentem valorem istius anguli, et sic *F* punctum propius accedet ad *D*. At mi Keplere

per valorem trianguli istum secundum aequationis angulum non oportet excusare, sed per opticum angulum, sicut in prima aequatione ad D fiebat. Sic omnia ex uno fundamento procedunt, sed forte istas tuas subtilitates hypothesis non satis (quod magis opinor) percipio. Unicum tamen illud de valore areae geometricae pro salvanda secunda aeqnationis parte, de ejus ratione, causa et applicatione ad priora mihi (si molestum non fuerit) in tuum honorem explicari cupio. Progredior nunc ad alia.

. . . .

Die Paschae V. S. 1607.

D. Fabricius.

Fabricius an Keppler.

Praestantissime et candidissime vir, amice colendissime jam tot ad te misi toto vertente anno literas, ut numerus exciderit; cum igitur nihil reciperem, coepi dudum desperare, non quidem de tua amica benevolentia, sed de fortuna minus prospera. Venit nunc ad me Dn. Cancellarius, communis studiorum nostrorum patronus, et nuntiat, si quid Pragam scribere velim, pararem. Quare me denuo accingo ad scribendas literas, idque tumultuario stylo, ne mora Dno Cancellario per me injiciatur. De nova stella tuum conscriptum librum ante biduum accepi Hamburga, cum summa voluptate legi et perlegi, quae in me probas aut improbas, optime cognovi. Candorem probo, licet in nonnullis meam mentem non videaris plane et plene assecutus esse, parum autem refert illa refellere operose, tantum enim abest, ut me male habeant notata asteriscis, ut etiam gratias tibi habeam pro judicio candido. Perge igitur talibus scriptis illustrare Uraniam, imo Europam vel potius orbem terrarum. In Astrologicis tamen suo tempore me talem experieris, qui in rationibus severissimis assertiones comprobare possit. Ego enim in ea potissimum Astrologiae parte laboro, ut speciales eventus ad verissimas suas causas referam, directionum, profectionumque modum, rationem, viam, causas et omnia planissime deducendo et demonstrando. Haec praecipua et nobilissima est Astrologiae pars. Prima vero pars ex situ coeli, domorum, aspectibus mutuis et similibus multis figmentis conspurcata est, quibus forte ego minus tribuo, quam tu, licet interdum ea enixius defendam, ut veritas patefiat. Rogo ut ad omnes meas literas tandem aliquando

plane respondeas. Praecipue vero per exemplum sive verum sive fictum vel assumptum ostendas, quod per 3 parallaxes datas, annui orbis quantitas et Eccentricitas inquiratur. Perscripsisti mihi ante triennium rationem verum admodum intricate et obscure. Ego nunc per hyemen tuam hypothesin ♂ examinando, etiam tentavi illam partem, sed non successit. Causam scire non potui. Poteris facilioris operationis gratia, tria loca apparentia ⊙ pro libitu accipere verasque illarum distantias a terra indagare, et postea rursum ostendere, quomodo per latera et angulos, ultimi illi anguli sint inquirendi, quorum inter se collatio dat differentiam angulorum, quae quaeritur, et unde post Eccentricitas eruitur, vel si per 3 observationes ad eundem locum ♂ in Eccentrico, totum calculum in novam gratiam simpliciter deducere volueris, ordinem et modum processus tui ad ultimum usque, gratissimum facies. Illud enim avide expecto. Misi nuper 3 tales observationes meas. Item alias observationes circa mediam longitudinem utrinque. Semidiameter ♂ apprime convenit.

3) Cupio scire, cur dimidiae Eccentricitatis ♂ secans pro lunula accipiatur, vel pro defectu viae ♂, non major aut minor. Si verissimam causam dabis, multa dubia mihi aufers. Si in ♄ et ♃ eadem ratio magnitudinis secantis pro Eccentricitatis dimidiae proportione, necesse est ejus rei communem esse aliquam causam. Forte semidiameter circuli ex proprio centro et ex Sole (ad Tychonis enim hypothesin accommodo omnia) ad circulum productus paralleliter, facit illam motus differentiam, at tamen quomodo fiat, non video.

A (Fig. 44) centrum Eccentrici ♂, *AC* semidiameter illius, *B* ⊙, *BE* refert semidiametrum ratione ⊙lis, parallelum quidem *AC*, sed *AC* minorem pro quantitate *ED*. Ergo *ED* sunt particulae secantis, radium excedentes. Quomodo igitur ex *AC* et *BD* differentia, secantis illae particulae se motui medio ingerant, scire cupio, cum medius motus non ad *BE*, sed ad *AC* semidiametrum vel ejus circulum referantur.

4) Maxime quoque in prioribus mentionem feci, ut cogitares, cur ex tribus acronychiis observationibus verum aphelium et Eccentricitas vera non detur. Causam ego invenio latere in 15 illis minutis lunulae ♂, si enim illa, pro distantia ♂ ab aphelio debito auferantur ab arcu medio tabularum duabus observationibus intercepto, vel ei addantur, tunc datur aphelium verum, et illi semper connexa vera Eccentricitas. Si enim in hac praxi unum scitur, tunc et alterum scietur.

Ego puto me talem hypothesin ♂ hac hyeme excogitasse (desiderantur saltem quaedam plenius examinanda per 3 parallaxes ad unum locum) quae sua facilitate nulli sit cessura. Nam quid in tua desiderem prioribus literis prolixe ostendi. Salvatur quidem calculus per tuam, at implicatio et obscuritas et difficultas ipsarum hypothesium tuarum clare (ut pace tua dicam et suo tempore plenius videbis) ostendit, illas nondum genuinas esse. Nihil in mea nova hypothesi desiderabis, quam quod unicam librationem admiserim supra centro ☉, mutante huc illuc aphelii linea per mobilem ♂ Eccentricum producta, ut altera aequationis pars complcatur. Respondent tamen omnia ad amussim cum prima hypothesi tua.

Ubi rationem meae hypothesis integrae plene consideraveris, videbis facilitatem consonantiam et certitudinem et admiraberis. Hoc vero tibi affirmare possum, quaeso saltem, ut rationem per 3 parallaxes ordine procedendi a primo ad ultimum mihi perscribas, ut ☉ orbem cum ♂ Eccentrico per meas observationes pressius conferre possim. Post integram meam hypothesin cum demonstratione et exemplis habebis. Scito me diuturnis cogitationibus ingenii vires plane prostravisse. Putavi enim non committendum, ut hypotheses tanta difficultate laborent. In eo laboravi semper, ut motuum veras causas inquirerem, quare et laboremus uterque, ut ex 3 acronychiis inquiramus, quod ex 4 tu facis. Habemus rem in manibus, modo, ingenii tui subtilitate, viam ostensam excolere aliquantulum velis.

Quod si maxime tuae hypothesi inhaerere volueris, tamen si meam tuis commentariis adjungere volueris, in gratiam astrophilorum non detractabo, modo ita tuis rebus visum fuerit, nihil ego quaero, quam artis veritatem et multorum utilitatem. Haec sunt, quae de mea hypothesi et 3 acronych. calculo fusius nunc tibi declarare volui. Pergo nunc ad alia.

AD (Fig. 19) mensuram pro libitu facis, intelligo. Anguli quoque apparentes ex terra *A* ad ☉ constant. (Rogo enim ut ad suppositionem hujusmodi tuum responsum accommodes, et non ad Copernici hypothesin, quia haec ad intelligendum facilior). Puto quoque te velle *AD* sub fixis constituendam prout in ☍ vera datur. Ergo quoque anguli *EAD* et reliqui constant, sic *AE*, *AF*, *AG* dantur in mensura *AD*. At quomodo anguli *FEG* vel *FGE* inquirantur scire cupio, item quomodo

collatio *FEB* et *FEA* instituenda pro differentia *BFA* cognoscenda, item quomodo *BA* inquirenda. Omnia haec exemplo et ordine certo velim ostendas, ut sic nihil me immorari possit.

Cupio quoque scire, an idem sit sive *FEG* vel *FGE* adhibeatur pro inquirendo *EG*, quod quaeritur. Item quomodo retrogressio fiat. Nam primo per assumptam *AD* quaeruntur caetera latera omnia. Ubi ergo ad ultimum latus hac ratione perventum fuerit, necesse est, illud quoque in vera mensura sua constare, antequam angulorum proportio pro Eccentricitate fieri possit. At quaeritur, quomodo ultimum latus ultimi trianguli in alia et debita mensura acquiratur, et sic regressus fieri posset ad alia latera in simili proportione et ratione cognoscenda.

. . . .

Quando commentarium ♂ editurus sis, scire cupio. Item, an liber Maestlini de irregularitatibus planetarum proximo anno catalogo insertus sit editus vel quando edendus.

Dab. 1 Junii 1607. T. Dignit. stud. D. Fab.

Adresse:

DEm Ernhafften und Hochgelarten *M. Johanni Keplero*, Röm. Kais. Mait. *Mathematico* — zu *Prago,* meinem günstigen Herrn und gutem Freunde.

Praga.

Keppler an Fabricius. 1607 ?

Literas Fabritii tuas $\frac{20}{30}$ Januar. scriptas, initio Martii cum recepissem, percurri raptim. Heu me miserum, nulla Saturni, nulla Jovis, nulla Martis observatio hoc anno? At ego in Fabricium respiciens stertebam, praetermissis stellis, praesertim cum instrumenta mea duos poscant observatores, ego vero sim solus. Praeterea nec legisti, quae de stella deque stellae praedicatore Fabricio scripsi, nec ego in praesens exemplaria, quae mittam, habeo.

Sed stella sepulta ad Martem mihi redeundum et cum Fabricio pugnandum. Ovalis figura putas tolli aequalitatem motuum. Equidem. At et spirales figurae tibi eandem tollunt, et Ptolemaicus aequans tollit. Etsi vero Copernicus reducere nititur aequalitatem motuum: non illam tamen reducit, quae specta-

tur in composito itinere planetae. In eo enim planeta incedit inaequaliter, et praeterea exorbitat a circulo, quod fatetur ipse Copernicus. At principia, inquis, quibus ille motus efficitur, circuli nimirum, habent seorsim aequales motus?

Fateor, sed non motus, qui phaenomenis congruunt aliquid efficiant. Praeterea et mihi principia, quibus planetae motus efficitur, manent constantia. Differentia solum in eo, quod tibi sunt circuli, mihi virtutes corporatae. De caetero constans est mihi rotatio corporis solaris, eaque aequabilissima, constans circulatio speciei solis immateriatae et magneticae, constans impressio hujus speciei seu virtutis motricis in planetam certo intervallo distantem: constans et circularissima licet tardissima conversio axis corporis planetae unde progressus apogaeorum, constans virtus magnetica adnnandi separandive corpora solis et planetae, in singulis angulis inclinationis axis planetae ad lineam ex Sole. Quod autem planeta transit de gradu virtutis in alium, id fit egregia ratione ex jam positis principiis. Quid tu responderes philosopho, qui negaret, te ex rerum natura dicentem, in toto ambitu planetae nihil esse, nisi in uno ejus puncto? Numquid dices, hoc nil derogare perfectioni coelestis ambitus? Planetam enim non posse esse in toto ambitu simul, sed cogi intra unius quasi puncti angustias. Et tamen successive venire in alia omnia puncta? Idem ego dico, si in omnibus gradibus virtutis ex Sole consisterent planetae ibique manerent singuli, Sol experiretur eodem tenore omnes gradus virtutis suae in illos, idque invariate. At quia planetae non possunt esse simul in omnibus gradibus virtutis ex Sole, succedunt tempore ex una in aliam, ut omnes impleant.

Quod ais non dubium, quin omnes motus fiant per circulum perfectum, si de compositis (id est de realibus) loqueris, falsum: fiunt enim Copernico, ut dixi per orbitam ad latera circuli excedentem, Ptolemaeo et Braheo insuper per spiras. Sin autem loqueris de componentibus: de fictis igitur hoc est de nullis loqueris. Nihil enim in coelo circumit praeter ipsum corpus planetae, nullus orbis, nullus epicyclus: quod Braheanae Astronomiae initiatus ignorare non potes. Hoc ergo posito fundamento: nihil moveri praeter planetarum corpora, jam si quaeratur qualis fiat linea corpore circumeunte: respondeo tibi ego non ex hypothesi suscepta, sed ex scientia demonstrationibus geometricis undiquaque munitissima, iter corporis fieri ovale, fere ut apud Copernicum, qui propter corpus planetae etiam epicyclos et orbes movet.

26

Quod si darentur orbes solidi, possem utique et ipse facillime ovalem lineam repraesentare per concentricum et duos epicyclos, quorum semidiametri junctae aequent Eccentricitatem Eccentrici, sitque parvuli diameter integra aequalis latitudini lunulae, qua differt Ellipsis a circulo. Tribuerem enim Epicyclo motum contrarium motui concentrici et aequalem ei in tempore restitutorio. Epicyclio vero celeritatem tribuerem duplam in partes easdem cum epicyclo, et ponerem planetam simul in apogaeo utriusque Epicycli, simul etiam et in perigaeo Epicycli et in puncto Epicyclii, quod est a centro Epicycli majoris remotissimum, ad latera vero Concentrici esset in perigaeo Epicyclii *).

Ecce tibi suppellectilem Copernicanam, levissima mutatione transpositam, ecquid placet? mihi quidem minime. Primum enim orbes nulli sunt. Quid igitur juvat mentiri causas motus planetae ovalis? Deinde omnes hi tres, concentricus cum duobus epicyclis, fingerentur aequaliter jam tardi jam veloces, esset mensura morarum in quolibet arcu, distantia planetae a centro concentrici. At quae causa esset, cur concentricus motum haberet inaequalem? Cur Epicycli? Et quae connexio hujus mensurae cum mensurato. Et est tamen haec mensura adeo propria hujus tarditatis, ut nullum centrum aequantis, ne quidem libratile circulariter, juxta se ferat, aut pro se substituere possit. Ergo ut causa pateat connexionis inter mensuras et mensuratum: oportet mittere fictos circulos, et ipsas amplecti distantias, quomodoque ex iis Elliptica via, ratione naturali efficiatur, perpendere. Denique ais, non sufficere, salvare posse motus, sed constituendas etiam hypotheses, quae sint consentaneae principiis naturalibus. Mirifico consensu amplector hoc tuum dogma, et ea mihi causa fuit multi laboris in commentariis Martis. Te vero quod attinet admonitum volo, ut cum Osiandro transigas, qui praefationem scripsit in opus Copernici non apposito nomine, transigas etiam cum Christiano Severini, qui putant sufficere, ut hypotheses satisfaciant observatis, non obstante, quod sint falsae. Quae subjicis absurda, quae sequantur ex schemate hypotheseos a me proposito non egent refutatione, ipsa enim diligenti meditatione patescent per se. Ellipsis est naturalis hypothesis, circulus ellipsin amplexus est tantummodo numerationis causa. Nam Ellipsis per se geometrice nequit aliter in certas partes dividi, nisi per circulum et communes ordinatim applicatas, quae dicuntur in

---

*) S. oben Seite 313 nebst Fig. 16.

circulo sinus. Verbi gratia, si dixeris, 10 gradus de circumferentia elliptica, absurde loqueris. Nam ellipsis non est longa 360 gradus circuli. At si dividatur in 360, nescietur longitudo, nescientur puncta arcum 10 terminantia. At si dixeris, arcum de circumferentia elliptica, respondentem 10 primis circuli gradibus ab Aphelio, jam scio quid dixeris. Nam a termiuo gr. 10 circuli *E* (Fig. 45) sinum rectum seu perpendicularem *ET* demitto in lineam apsidum *OB*, quae resecabit mihi illum arcum Ellipsis *OC*, quem hac vice mihi dixisti. Hi ergo 10 gradus circuli *OE* seu multo magis proprie, hic arcus ellipseos *OC*, respondens his 10 gradibus circuli, dicuntur anomalia Eccentri, et *CB* distantia puncti terminantis hunc arcum Ellipseos, est vera planetae a Sole distantia; quippe ipsum corpus planetae in Ellipsi hac *OC* circumit. Jam quid opus est te ex *A* in *E*, ex *B* in *E* ducere plures lineas, et *BC* continuare. Si ego id feci, feci ad explicandos meos conatus. Ad computandum porro non est opus. Sufficit, ut dato *C* puncto, quaeramus, quanta visio *CBO*, quae est anomalia coaequata, et quanta vicissim mora seu tempus, quo plaueta in *OC* versatur: (est autem anomalia media) requiratur: est autem ejus mensura *CBO* area quam proxime, verior *EBO* area, mirabili quadam ratione, quam in commentariis explico, nimis enim est longa. Et ne rursum tibi scrupulos moveam quaerens anomaliam mediam in circulo, reliquas anomalias in Ellipsi, scito, quod area non per se metiatur tempus, sed quatenus complectitur summam distantiarum omnium punctorum *CO* a *B* sole. Jam vero evenit, ut area *EBO* perfectius metiatur hanc *CO* punctorum omnium distantiam, quam ipsa area *CBO*. Rursum igitur accerso *EBO* numerandi causa, et numerandae quidem rei, quae est in Ellipsi *CO*, quae via propria est plauetae. Tu hic jam miraris me non computare simul utramque partem aequationis? Ohe num id fit in Ptolemaeo? Minime. Nam et ipse gemina operatione unamquamque aequationis partem constituit. Nisi quod operatione jam ab ipso peracta simul et semel jam utramque ex tabulis excerpimus, quod idem etiam apud me fit. Neque sane opus est, scrupulose in schemate declarare utramque partem aequationis per se. Sufficiat hoc: Anomaliam Eccentri *OC* ut *OE* esse quantitate mediam inter proprie dictam mediam et inter coaequatam esseque harum quodam modo ferruminationem, quod si planetae iter esset circulus, posset distincte citra confusionem explicari utraque pars aequationis in hunc modum. Area

EBO est anomalia media, area trianguli *EAB* est excessus anomaliae mediae supra anomaliam Eccentri, *EAO* ergo pars aequationis una seu physica. Si ergo planetae iter esset circulus *OE*, tunc trianguli ejusdem angulus *AEB* esset defectus anomaliae coaequatae *EBO* ab eadem anomalia Eccentri *EAO*, et sic pars aequationis altera, seu optica. Itaque ejusdem trianguli aequatorii area quidem esset pars physica, angulus vero pars optica aequationis. Atque sic haberes causam duarum operationum, duae enim causae sunt aequationis. Jam vide, quid turbet Ellipsis, imo quid perficiat. Manente enim prima aequationis parte physica, ob causas supra dictas, jam pars optica, ob ingressum planetae ad latera, variatur quantitate anguli *CBE*. Haec si diligenter consideraveris, penitusque animo comprehenderis, causas calculi mei non miraberis amplius, sed scies, quid quavis operatione agas, computans enim aream *EBO* (hoc est aream *EAB*, nam *EAO* per se patet) computas summam distantiarum arcus *CO*, et sic una tempus morae in *CO*. Hoc enim sic vult Natura, ut quo longius planeta distet, hoc diutius moretur. Computans vero angulum non *EBO*, sed *CBO* redigis planetam in propriam et ovalem orbitam, ut justam habeat distantiam non *EA* sed *CA*. Utrinque igitur supponis iter idem planetae *OC* non *OE*.

Quae sequitur objectio est expiscatio, non objectio. Quid tu me ita avarum putas, ut arte circumveniendum existimes ad prodenda arcana, quomodo ex 3 Acronychiis hypothesis habeatur? Minime. Jam tentavi in Mercurio hanc artem, cujus est ellipsis evidentissima. Sed didici ἀτεχνίαν omnium esse parabilissimam, sine ea conjectus fui in cossicos numeros molestissimos. Sic perpende, si daretur una observatio in ipsissimo Aphelio, tunc statim altera addita observatio proderet hypothesin.

Tribus ergo datis observationibus h. e. trium coaequatarum differentiis compara tempora interjecta. Ubi majus tempus interest ejus priorem observationem statue Aphelium et pertexe hypothesin per alteram observationem. Tunc ad Tempus tertiae observationis computa locum pro tertia observatione, idque ex hypothesi per duas observationes inventa. Si igitur calculus observationem exprimit, peractum est negotium. Sin autem observationem calculus praecedit vel sequitur, tunc intelligis, Aphelium falso susceptum, igitur pro qualitate excessus vel defectus, primam observationem deduc ab Aphelio et novo suscepto Aphelio per primam et secundam novam constitue hypothesin. Id toties

repete, donec pro tertia observatione calculus congruat. Ἀτεχνία est, at casus omnino coactus et unicus est. Atechnia est etiam in mea methodo ex quatuor observatis. Tu mihi nescio quid suspicionis de Excessu Circuli insinuas. Frustra. Nimis confirmatus sum de inventa per Ellipsin veritate. Et quid argutaris de excessu? Omnis Ellipsis, ut deficit a circulo majoris diametri, sic excedit circum majoris diametri. Copernicana excedens est Ellipsis. Cum sit una Eccentricitas, putas, semel tantum adhibendam pro aequatione computanda. Non perpendis Ptolemaeum duplicasse pro aequatione computanda, Eccentricitatem illam, quam insinuabant distantiae, seu quod idem est, Eccentricitatem per aequationes inventam bisecuisse pro distantiis computandis. Nam a centro Eccentrici distantiae, a centro Aequantis, cujus est duplex Eccentricitas prioris, aequationes pendent. Igitur antequam me arguas, Ptolemaeum idem facientem argue. Ego simplicem bis adhibeo, ille duplicatam semel (duabus sc. ut prius dictum operationibus), res eodem redit. Deinde perpende causam; Natura me jubet Eccentricitatem bis adhibere. Nam primo Eccentricitas facit planetas a sole longiores, et sic naturaliter tardiores, quia sunt in virtute remissiori, deinde eadem Eccentricitas facit etiam arcus optice breviores videri. Non itaque necesse est, ut quod postulas geometrica mera (hoc est ut ego tuam mentem rectissime exprimo, optica mera) sit hypothesis aequationum, exhibens totam aequationem in angulo trianguli aequatorii stante ad circumferentiam vel circuli vel Ellipsis. Si enim nihil nisi opticum, hoc est, ut tu hic ais, geometricum ingrederetur calculum meum; excluderetur igitur physica retardatio seu Ptolemaeo Eccentricitas aequantis. Etsi non ideo Geometricum non est, quod physicum est. Etenim illam retardationem physicam, quae fit per Elongationem planetae a Sole, spero γεωμετρικωτάτως adhibere. Vel ex ipsa mentione plani patet haec Geometria. Itaque o Fabrici, etsi bis adhibeo Eccentricitatem, tamen hypothesis mea est Geometrica, ut quaequam alia. Quae sequuntur in tua objectione arguunt, te involvere te ipsum. Tribuis mihi, quod alio loco aequationis angulum computem, alio planetam collocem, ut si CBA sit coaequata anomalia, non sit tamen CB distantia justa, nec C planeta. Injuria mihi fit. Imo C est planeta, CB distantia justa, CBA coaequata. Te vero hoc impedit, quod ACB aequationem non constituam, et tamen CBA coaequatam dicam. Assuevisti enim huic rationi, quae valet, cum planetae iter est circulus. At perpende causam, cur

hic fieri hoc non possit, nullo quidem damno. Nam si BCA dicerem opticam aequationem: CAO esset anomalia Eccentri. At non est, quia OC est illa, et OE est ejus nomen vel nuncupatio, ut supra dictum. OC vero non mensuratur ab angulo OAC, quia est circumferentia non circuli, sed Ellipsis. Misso igitur angulo BCA, computamus CBA per CT, TB vel per CB, BT. Utraque enim et CT et CB datur ad positionem ipsius OC hoc est OE. Ex quibus intelligis et errorem tuum circa meam mentem, et ejusdem causam. Sed nec porro dicere amplius poteris, te ignorare causam physicae multiplicationis, dum enim multiplico Eccentricitatis dimidium (vel pro ea, valorem maximi trianguli in secunda redactum) in sinus anomaliae Eccentri: constituo Excessum areae supra anomaliam Eccentri: Et quia areae metitur distantias omnes, distantiae moras seu tempus, igitur multiplicatione physica tempus colligo, debitum huic anomaliae Eccentri. Subtilitatem meam praedicandam putas, si non repugnaret Naturae. Ego mi Fabrici damno omnem subtilitatem vel repugnantem Naturae vel non necessariam. Dum vero mihi Copernicanam subtilitatem exempli loco ponis ob oculos, inepte facis, cum scias, quod tu damnas in Copernico me mirifice approbare. Cur igitur me hujus absurditatis vocas testem? Nimis vero late philosopharis de simplicitate veritatis. Est natura simplex, est et multiplex. Nec aestimanda est haec ejus simplicitas ex nostra opinione, sed ex se ipsa. Et vero mirum, si simpliciores quis attulerit hypotheses, quam ego constitui in quibus planeta primum facultate animali directum tenet axem Magneticum, et successu saeculorum nonnihil inclinat deinde idem planeta virtute corporali magnetica ad solem accedit pro fortitudine anguli inclinationis axis ad solem. Tertio sol planetam rapit in orbem pro modulo accessus ejus. Haec est genuina simplicitas, in ipsis spectata principiis. Ex his tam paucis, si jam multa sequuntur, aeqnationis pars physica, optica, distantia, iter Ellipticum, tunc ideo ob hos multiplices eventus, negabis principia esse simplicia? Oblitus es igitur Platonici illius εἰς ἓν καὶ πολλά.

Mirum vero quales mihi scribas leges condendae hypotheseos ex tuo cerebro non ex coelo deductas. Directis verbis ea mihi imperas, quae totidem ego capitibus in Commentariis refutavi. Miseret itaque me tui laboris, qui tot jam annos ἀδύνατα tentas, et in genere actum agis. Inventas enim veras motuum causas, quatenus ab homine comprehendi possunt, constantissime assero.

De causa cur secans aequationis opticae prodat Ellipsis latitudinem, quaerenti respondeo ex commentariis sic. Quando anomalia Eccentri est 90°, et anomalia coaequata minor illa aequatione optica totali, puta 84° 41′, tunc observationes testantur, distantiam esse mediocrem sc. 100000. At si iter planetae esset perfectus circulus, distantia tum esset secans anguli aequationis opticae 100432. Sit (Fig. 46) $\varepsilon\beta\gamma$ 90° et $\beta\gamma\alpha$ $5\frac{1}{3}$° circiter, erit $\gamma\alpha$ secans, quia $\gamma\beta$ radius et $\beta\alpha$ tangens. Ille secans est 100432. Testantur vero observata in hoc situ $\delta\alpha$ aequari ipsi $\beta\varepsilon$ vel $\beta\gamma$, ut sic planeta non sit in γ sed in δ *). Ergo excessus $\alpha\gamma$ secantis supra $\alpha\delta$ hoc est supra $\beta\gamma$ est latitudo lunulae, resecandae a circulo, scilicet fere $\gamma\delta$. Habes ergo causam rei. Cur vero planeta in anomalia Eccentri 90, hoc est dimidia totius, conficiat distantiam 100000, causam conjeci hanc, quod libretur in diametro quasi Epicycli ad solem extensa et in superiori quadrante libretur tarde, quia longe abest a sole, quo pacto efficitur, ut aequaliter absolvatur arcus Eccentri, et arcus fictitii illius epicycli, quorum sinus versi valent librationem. Ulterius demonstratum habeo, si planeta pro fortitudine anguli inclinationis axis ad solem celerius vel tardius accedat ad solem, librationem effici quasi in diametro Epicycli. Ergo conclusi pro fortitudine angulorum.

Ex tempore, hoc est ex data anomalia media non statim dari coaequatam, sed contra potius, ex data anomalia Eccentri dari et mediam et coaequatam, id inquam, ne mireris: nondum enim docuerunt Geometrae datum semicirculi planum in data ratione per datum diametri punctum secare, nec puto poterunt, eo quod cum lineae sectionum sint rectae, planum tamen ex dimidio curva comprehendatur.

Quaeris etiam de causa aequipollentiae inter vicariam et physicam h. e. verissimam hypothesin. Non neglexi illam in commentariis, sed peculiare caput feci, quod quia prolixum, mitto describere. Sufficiat tibi scire, quod inventa sit.

De parallaxi Martis me non percepisti. Tycho Solis parallaxin nunquam est dimensus suis instrumentis, sed assumpsit demonstratam ex Eclipsibus, statuitque esse minutorum 3. Hac parallaxi Solis, majorem pronunciavit Martis per ἀκρονυχία, sed ut deceptus sit a ministris calculi, scripsi ante annum. Nam si consulam observata Martis, quae Braheus ipse destinavit Martis

*) S. oben Seite 318.

parallaxibus inquirendis, invenio minorem parallaxin 3 minutis minorem etiamque 2. Ex hoc ratiocinor ut tu, sed ἀνάπαλιν: Nimirum assumo veram ex Braheo vel ex Copernico proportionem orbium. Ergo si Martis parallaxis in opposito solis est minor 2 minutis, solis parallaxis non erit multo major 1 minuto. Et vere quidem ex Eclipsium doctrina nihil aliud quam hoc habetur, Non esse nullam Solis parallaxin. Item illud, Non esse majorem 3 minutis. At inter 0′ et 3′ incerti relinquimur ab Eclipsibus ut olim probabo Deo vitam dante, in Hipparcho.

De maxima Martis latitudine quaeris, an mutata sit. Ergo te commonefacio, hodie esse illam in ♌ gr. 4° 34′. Tu jam in Ptolemaeo quaere quanta olim fuerit. Invenies illam aliter hodie habere, perinde ut stellae fixae septentrionales in ♋ . ♌. Ergo relaxa imperia tua, ut Copernico deserto ad Braheum desciscam.

Commentarios ut edam, laboro diligenter. Videtur Tengnaglius concessurus, si permittam ipsi quorundam emendationem, quod mihi grave est.

Ex adjecta scheda video, tibi tenebras offundi per illa, quae ego lucis causa addideram. Et quia schemata mutas: mutabo et ego, ut per tua tecum loquar. Ego tibi scripsi, si quis vellet (Fig. 47) *FE* vel *FD* ponere mensuram temporis seu anomaliae mediae, tunc futurum illi planetam in *O*, cujus puncti inveniendi methodus nulla cum sit, ideoque etiam cavendum, ne in *FE* numeremus tempus, sane et hoc esset contrarium verissimis motuum causis. Ergo quando planeta est in *O*, tunc ego ex *D* verum ejus locum nequiquam investigo. Itaque non necessarium petis, ut hoc te doceam. Rursum tu dicis *FE* simplicem (voluisti dicere mediam, quam Graeci ὁμαλοκίνησιν vocant, simplex enim motus in Prutenicis ille dicitur, qui est a prima arietis, cui ablatus est praecessionis motus) dicis igitur *FE* mediam, et ad eam accommodas *FD*, recte, sed hanc tu mediam dicis, puta quantitate, et putas esse hanc quam ego dico Eccentri, cujus *DAF* coaequata. In his confunderis. Repetam enim, quae ex superioribus ipse potuisses. Data anomalia Eccentri Elliptici *FD*, cujus nomen est in *FE* arcu circuli, erit area *EAF* mensura anomaliae mediae et *DAF* angulus erit coaequata. Datum ergo tempus, redactum in anomaliam mediam, quaerendum est in area perfecti circuli: quod quia geometrice nequit, tabulariter igitur faciendum. Nam tabulae facile construuntur ad singulos gradus anomaliae Eccentri *FE* (vel *FD*). Ergo dato tempore seu ano-

malia media si tabulae factae non sunt, conjiciendum est de arcu *FE*, cujus sinus *EC* multiplicatus in valorem trianguli maximi *BGA*, abjectis ultimis, ostendit valorem trianguli *BEA*, quo excedit planum *FAE* sectorem *FBE*. Igitur quia sector *FBE* et arcus *FE* exprimuntur in hac pragmatia numeris iisdem, additur ergo hic inventus valor trianguli *BEA* ad *FE* arcum (h. e. ad sectorem *FBE*) ut habeatur area *FAE*, quae si aequat datam (per tempus) anomaliam coaequatam, tunc bene conjecimus *FE* Eccentri anomaliam. Igitur inventa Eccentri anomalia *FD* vel ejus nomine *FE* jam duabus viis pervenitur ad finem, vel per *ED*, quae habetur multiplicato *EC* in latitudinem lunulae 432, vel melius per *DA*, quae habetur multiplicato *CB* sinu complementi *EF* in *BA* Eccentricitatem, et quod prodit (abjectis 5 ultimis) addito ad radium. Illo modo per *DC*, *CA* notas, hoc modo per *DA*, *AC* notas quaeritur coaequata *DAC*.

Quaeris hic cur aream *GBA* in *EC* multiplicem, et non in *DC*. Dixi supra causam. Nam et *BAG* terminatur ad circuli, non ad Ellipsis circumferentiam. Nam area Ellipsis non metitur distantiarum summam in arcu Ellipsis, ut nec area circuli metitur summam distantiarum in arcu circuli. At bona quadam fortuna geometrica fit, ut area circuli metiatur summam distantiarum in arcu Ellipsis. Cujus rei contemplatio profecto mira et jucundissima est. Habes ergo causam triplicationis, tria enim quaeruntur: 1) physica retardatio 2) distantia planetae a Sole (ut *D* ab *FA* et per hanc illa) 3) optica imminutio arcus. Tria haec sic suppeditat Natura. Nam et sol rotat planetam, et planeta adnotat ad solem et anguli alii sunt ad centrum Eccentrici, alii ad solem. Verte te in omnes formas, ex tribus unum non efficies. Et Ptolemaeus plures operationes postulat.

Miraris rursum, ut in literis coaequatam statui ad punctum *D*, planeta ibi non versante, sed in *O*. Nego: ibi coaequata terminatur, ubi est planeta. Nam in *O* planetam posui per fictionem, non calculum explicans, sed aliud quippiam. Itaque et *DA* est distantia, non *OA*, si quidem *DAF* sit coaequata.

Irasceris valori areae, cum agatur de lineis: caeco quidem impetu. Nam et area geometricum quid est. Quod vero Astronomi hactenus nullas areas adhibuerunt, factum est ex ignorantia causarum physicarum, quas in lucem jam protuli. In omni novatione imperiti irascuntur.

Rursum me urges ut geometrice definiam punctum *O*, arcum *DO*, lineam *AO*, angulum *OAF*. Non est necesse, nec

possibile, ut dixi, habet enim *FO* arcus Ellipseos suum nomen aliud, quam *FE*; itaque non debent ista ex *FE* extrui.

Jubes ex centro Eccentrici constituam mediam anomaliam sc. ut *SBF* sit media. Iniquum postulatum. Sic enim et Ptolemaeo imperabis, ut faciat motum Eccentrici aequalem non circa aequantis, sed circa proprium centrum. Sed forte hic te non intelligo, mediam quantitate intelligentem, quam ego dico Eccentri. Tunc hoc quaeris, cur non *BDS*, sed potius *BE* faciat anomaliam Eccentri, et cur quae facit anomaliam Eccentri, ea non ostendat sectione sui cum Elliptica locum planetae? Respondeo ut supra, *FE* seipsâ non est anomalia Eccentri, cum planeta in *FD* currat, sed est *FE* solummodo nomen ipsius *FD*: et fit ejus nomen non per *EB*, sed per *EC*, cujus rationes non ex Astronomia, sed ex Conicis petendae. Nihil interest astronomi quale nomen cuilibet puncto Ellipsis dem, dummodo illius angulum et omnes distantias metiar. Si metiar per circulum, facile fert astronomus, dum fatear, circulum hunc non ex astronomia, sed ex conicis desumptum.

Absolutis iis, quae prioribus literis contra martem moveras, jam et illa subjungam, quae die Paschae datis literis infers isti. Dicis te mittere ad me Martis observationes a te adhibitas tres, ut inquireres Eccentricitatem telluris, seu solis. Non inveni illas. Methodus, ut illam recensuisti, bona est: itaque vel in assumptis, vel in calculo errorem oportet accidisse. Confide igitur methodo, et schema fac idoneum, ad quod identidem respicias. Recte vero censes, nihil esse commune huic methodo cum usitata quaerendi Eccentricitatem. Nam in illa dantur anguli ad centra utraque, hic dantur anguli ad unum centrum et distantiae ab eodem. Etsi nec illa antiquam carere possumus. Nam nostra methodo invenitur centrum Eccentrici tantum, illa centrum aequantis, quod apud me degenerat in valorem areae.

Miram tuam audaciam. Tune me provoces confingendis hypothesibus? Cum ego planetam a circulo dicam ingredi, tu paria faciens egredi. Obviant igitur invicem meus et tuus Mars in angustiis portarum. Vide uter fortior. Non fert meus hunc aemulum.

Sic quoque Alexandri pugnacem imitata phalanga.
Simia fert humeris Martia tela suis,
Tela. Sed avulsos curva Jovis arbore ramos,
Quos magno Boreas impete stravit humi,
Aut longa annorum series putredine: Bello,
Omnibus ut possint, non tamen apta geri.

Ego, mi Fabrici, non ingenii volubilitate, non poetica aut pictoria fingendi licentia snm inductus, ut dicerem, ingredi Martem ad latera, sed observationnm Braheanorum filum demonstrationesque secutus invictas. Tu licet fingas, quod tibi animi libido dictat, et fatigeris ad mortem usque, ingenium perdens, hoc scio, te frustra fatigari et actum agere. Cum potius animum et ingenii vim ad certa transfers, et quia cupiditas tua, ingeniique volubilitas destituitur ab invicta fortitudine insistendi ceptis, et a prudentia in deligendis laboribus, aggredere igitur Ephemerides, ex tabulis jam factis, ut opera tibi non ita misere pereat, quin potius aspiret ad aliquod bonum publicum: sed et illud non recte habet, cujus causa introducis istam evagationem. Causa enim cur ex 3 Acronychiis non possit aliquid certi concludi, est haec sola, quod liberam relinquimus sectionem Eccentricitatis aequantis. At si imperetur certa h. e. bisectio, jam omnino aliqua formatur hypothesis a 3 Acronychiis, necessitate geometrica, sive jam Circulum ponas, sive Ellipsin, sive quamcunque figuram itineris planetarii. Tu vero videris confundi inter haec duo: Nihil concludere, et falsum concludere. Posita bisectione et posito circulo, tres acronychiae non concludunt incertam vel vagam hypothesin, sed unam certam. At quia falsa fuit positio circuli, falsam etiam concludunt hypothesin. Falsitatis vero causa non est sola, illa quam tu infers, 15 minutorum parallaxis seu prosthaphaeresis aequationum Eccentri, sed mutata linearum longitudo ad latera. Nam quod attinet latitudinem Lunulae, efficit haec quidem aliquid in prosthaphaeresi aequationum, sed non efficit maximum, ubi maxima est latitudo lunulae. In anomalia coaequata 0° 90° 180° 270° 360° evanescit ista prosthaphaeresis, et planeta spectatur ex sole (vel quasi) eodem loco, sive in circulo currat, sive in Ellipsi. At in Anomalia coaequata 45° 135° 225° 315° est maxima, neque tamen 15 minutorum, sed nisi fallor, 8 minutorum: Ac ne haec quidem simpliciter, sed tantummodo tunc, cum planeta ex circulo ad Ellipsis circumferentiam ingreditur in sinu recto anomaliae Eccentri. Si vero ponatur ingredi in radio veniente ex centro Eccentrici, tunc plane nihil sensibile mutatur in aequatione. Itaque omnis causa falsitatis hypotheseos, quae nascitur in sola abbreviatione linearum, tunc consistit. Denique video, te 15 minuta et latitudinem Lunulae accipere pro eodem. Latitudo lunulae ejus, quae ab Eccentrico Telluris seu Solis est resecata (indice secante arcus 1° 1′ 13, dimidiae aequationis Solis) est 15, verius 16, qualium radius

100000. Atque hae sane 16 particulae cum sinu recto anomaliae Eccentri accrescunt in longitudines medias. At lunula a Martis Eccentrico circulo resecanda habet latitudinem 432, multo majorem. Sed nec illud capio, cur vel illam vel hanc dicas 15 Minuta? Nisi forte, quia haec lunulae latitudo efficit nobis, si distantias ex perfecto sumamus circulo, errorem alicubi 15 minutorum, in observationibus extra situm *ἀκρόνυχον*. At quid haec 15 minuta ad aequationes Eccentri, cum sint aequationes orbis. Tot nominibus cum peccet tua speculatio e trivia arrepta, noli a me limam petere. Imo securim affero, radicibus illam excisurus et igne aboliturus. Miseret me tui itineris, quod tantis laboribus, ut ais, huc usque tandem, id est, ut interpretor, eo pervenisti, ubi esses, si interea dormivisses. Sed et consilia suppeditas, quid agendum, ut ista tua perficiantur. Stulte consulis, docuit me Alexander nodum solvere Gordium. Itaque consulo ego tibi, ne actum agas. Dico tibi, si centum superessent planetae, dum modo tales ejus observationes haberemus, quales in Marte, meis inventis ad eorum hypotheses perveniri posse, si quidem illi naturam horum 7 planetarum imitarentur.

Verum ex defaecato animo (puto te a somno expergefactum, nam litera paulo variat) agnoscis tuos ipse labyrinthos et quaeris ex me, nunquid ab anomalia coaequata, quae datur dato Aphelio perveniri possit ad tempus seu anomaliam mediam data Eccentricitate. Omnino docui in commentariis Capite LX. Via est geometrica, etsi longa, cum contra via a media seu tempore ad coaequatam sit *ἀγεωμέτρητος* per regulam fictionum. Miserum me, si LX capitibus perscriptis, nunc demum, te monente, de genuina causa utriusque Eccentricitatis est cogitandum.

Jam conferam tuas tres cum meis in Commentariis.

Tu	1595	30	Octobr.	H. 23 55′	— 17° 31′ ♉
	1600	18	Jan.	H. 13 46′	— 8° 38′ ♌
	1604	28	Mart.	H. 16 35′	— 18° $39\frac{1}{3}'$ ♎
Ego					
	1595	31	Octbr.	H. 0 39′	in 17° 31′ 40″ ♉
	1600	18	Jan.	H. 14 2′	in 8° 38′ 0″ ♌
	1604	28	Mart.	H. 16 23′	in 18° $37\frac{1}{6}'$ ♎

Ut vero jam tu ex tribus his extruas hypothesin, supposita Ellipsi, parum mea refert. Lude ad sacietatem. Meam sententiam supra dixi. Tempus inter 1600 et 1604 est majus in proportione, ergo statuerem Aphelium in postrema observatione in

♎, aut si praescirem magnam esse Eccentricitatem Martis, viderem vero parum differre proportiones temporum ad arcus coaequatos, hinc facile intelligerem Aphelium esse circa mediam in 9 ♌ posito ergo Aphelio in 8° 38′ ♌ jam conjicerem unam Eccentricitatem, ex ea mediante tempore extruerem pro 1604 aequationem, minuendo vel augendo eam quoad responderet observationi. Ubi nota, posito Aphelio in ipsa acronychia 8° 38′ ♌ poni motum medium ibidem, unde is mediante tempore derivatur in 1604. Sic constituta Eccentricitate per duas Observationes, jam etiam computarem pro tertia Aō 1595. Certum autem est, locum computatum casurum ultra observationem ob vitium Aphelii. Hoc animadverso Aphelium tantisper promoverem primo magnis saltibus usque in alteram observationem 18 ♎ postquam res in contrarium caderet, inciperem comparare proportionalitate utens, donec ad rem veniretur.

Sed objicias clarum quidem, quid velim, ubi confertur Aphelium in ipsam observationem. Quid vero si extra? Tunc enim nescitur motus medius? Quid aliud nisi ut dicam sic. Posito Aphelio in 9 ♌ aequatio motus medii in librae 19 fit tanta. Quare posito Aphelio in librae 19 aequatio fit nulla. Dum igitur Aphelium a 9 ♌ in 19 ♎ transponitur, motus medius tanto augetur, quanta fuit initio aequatio in 19 ♎. Ergo proportionaliter (nam proxime Aphelium aequationes fere proportionantur partibus anomaliae mediae) transpositio minor minus augmentum postulat motus medii. Sed hac ἀμηχανία non est opus, ut jam videbis.

An dato Aphelio, Eccentricitate et coaequata anomalia, detur medius motus, dixi supra, repetam hic. Data Eccentricitate, datur latitudo maxima lunulae: hac data, datur maximus angulus aequationis opticae, et igitur anomalia coaequata illi respondens, et una angulus aequatiunculae, quam causatur latitudo lunulae. Dato hoc angulo ad unam coaequatam, datur idem ad omnes coaequatas et sic etiam ille, qui respondet nostrae coaequatae. Nam crescit et decrescit ut rectangula quadrantis. Rectangulum quadrantis fit, multiplicato sinu arcus in sinum complementi. Aequatiuncula haec in semicirculo descendente addita ad coaequatam constituit talem angulum, qualis fuisset, si planeta mansisset in circulo. Ex hoc igitur angulo, eccentricitate et radio (quia jam in circulo sumus) invenitur angulus anomaliae Eccentri, cujus sinus multiplicatus in secunda scrupula valoris maximi trianguli ostendit quanto anomalia media superet anomaliam Ec-

centri. Valor maximi trianguli habetur sic, si dicatur, ut area circuli diminuta 5 cyphris (est autem 314159) ad secunda omnia totius circuli, sic dimidia Eccentricitas ad valorem areae maximi trianguli aequatorii.

Hoc tenens jam vide, quomodo ex duabus observationibus et posito Aphelio inveniatur simul et Eccentricitas et motus medius. Nimirum per aliam ἀτεχνίαν: oportet enim ponere aliquam Eccentricitatem et cum ea in utraque observatione, methodo jam scripta, inquirere anomaliam mediam. Conjunctis anomaliis mediis, si tempus prodit majus debito, erit major debito Eccentricitas. Posita igitur minori Eccentricitate et iisdem praestitis, facile per proportionalitatem venitur ad hypothesin, duabus observationibus et posito Aphelio satis facientem.

Quaeris aliquid, quod non percipio ad doctrinam puto triangulorum pertinens, de excessu super semicirculum. Non possum tibi dicere plura quam haec: duorum semicirculi arcuum, qui juncti semicirculum faciunt, sinum esse eundem non nomine tantum, sed in effectu calculi.

In hypothesi Acronychiorum parum interest, unde fiat initium numerandi, a fixis an ab aequinoctio: modo si ab aequinoctio motus praecessionis, interjecto tempori competens, suis locis ab angulis auferatur.

Arguis Aphelio posito et 4 Acronychiis non dari verum circulum. De re ipsa tibi assentio, nam in commentariis ostendi, non omnes 4 observationes perfecte in circulum cogi posse. At de quantitate nego. Vix 3 minuta coactione in circulum, eripiuntur observatis. Tuam demonstrationem non lubet excutere, nimis multa peccat, et taediosa est, eo quod frustanea, re pacta.

Risi te, qui in mea Genesi invenis secantem. Abscissores quidem praedicant astrologi, sed ii mihi non placent. Tu vero ex astrologo et astronomo confusus cum (Hypothesi) velles dicere, Genesi dixisti, ex abundantia cordis. Rem habes supra, secans est longior radio. Planeta in anomalia Eccentri 90^0 distat radio, punctum vero circuli in anomalia Eccentri 90^0 distat secante a Sole. Ergo planeta Excessu secantis discedit a circulo.

Recoquis ea posterioribus hisce literis, quae et in prioribus, sed dilucidius. Movet te triplex aequatio. Verum sunt duae tantum, tertia liberat nos ab opinione circuli: cum vere Mars eat in Ellipsi. Vis opticam aequationem, cum sit et causa physica inaequalitatum, quam salvo per aream trianguli. Vide supra.

Latitudinem Lunulae facis 15, quae est 432. Vide supra. Cum sint particulae radii, tu facis minuta circuli. Vide supra. Tribuis huic ingressui 15 minuta in anomalia 90, cum ibi effectus ejus in aequationibus Eccentri evanescat. Vide supra. Nec potes concoquere, quod pro valore trianguli aequatorii, cujus latus unum est Eccentricitas, ego dimidiam Eccentricitatem multiplico in sinum anomaliae Eccentri h. e. in altitudinem trianguli aequatorii, immemor principiorum geometriae, quod triangulum rectangulum sit dimidium de parallelogrammo rectangulo ejusdem altitudinis, et quod triangula aequibasia sint ut altitudines.

Anomaliam mediam, quae per tempus habetur, perperam numeras, in Eccentrico circulo, in quo deberes numerare anomaliam Eccentri nec potes assuescere, ut numeres in area, quae subest illi arcui. Vide supra.

Cum ubique crepes, totam hypothesin debere esse opticam, tandem suspicaris, naturalem non esse, sed ortam ex ratiocinatione h. e. ex phantasia mea, eo quod tres sint; defendere non potero. Nam media a me dicta est numerus morarum. En naturam! Mora est in rerum natura. Eccentri anomalia est arcus itineris. En naturam! Si quidem est in coelo locus, per quem planeta transit. Coaequata est angulus visionis ex sole (vel quasi). En naturam! Visio, opsis, optica causa, est res in natura. Certissimum est, omnia tria concurrere ad inaequalitatem planetae. Tu vero ne nunc quidem cum tres habes anomalias, satis habes. Oportet ut tibi quartam insuper nominem. Nam ego duos illos arcus, Ellipticum et circularem, qui ab uno sinu rescinduntur, pro una anomalia Eccentri habeo, hoc discrimine, ut arcus Ellipseos sit illa vera et naturalis anomalia, dans et coaequatam per imminutionem sui, opticam, arcus vero Circuli sit nihil nisi geometricum Elliptici arcus nomen, mensurandi arcus et areae Elliptici causa inductum. Tu vero, perpetuo obliviscens, anomaliam mediam seu temporariam, quaerendam esse in area Ellipseos, hoc inquam obliviscens, ex arcu circuli Eccentrici facis mihi mediam anomaliam, cum sit haec anomalia Eccentri, vere quidem media, sed quantitate inter reliquas duas, at non sensu antiquo astronomorum, qui voce Media expresserunt Graecorum ὁμαλή.

Ego mi Fabrici, si Astronomiam de novo traderem, sic ut mihi non opus esset loqui cum antiquis, uterer vocibus aliis. Dicerem Moram, arcum, angulum, circulum, arcus Elliptici nomen, Morae mensuram, circuli aream.

His paulatim conscriptis, supervenerunt aliae tuae Epistolae, prior 1 Junii, altera 13 Aprilis data, et inclusa literis Ritterhusii. 1) petis, quod supra. Non vacat novam subire operationem, mitto descriptum ex commentariis. 2) Secantis officium in arguenda latitudine Lunulae habes supra, tua igitur causa ingeniose quidem inventa, at per se falsa est. 3) Tuus eccentricus mobilis plane contrarium facit meae Ellipsis: move illum in contrarium et creabis perfectam Ellipsin, ut ego quoque initio harum literarum per aliam aequipollentiam creavi Ellipsin. At nota, ut ille tuus libratorius circellus respondeat anomaliae Eccentri, quae celer est in Perihelio, tarda in Aphelio. Ecce quaestionem non solutam, sed translatam. Tu vero exclamas, invenisse te causam rei, cur excessus secantis definiat latitudinem lunulae, nimirum, quia Eccentricus moveatur ad latus in diametro circelli, cujus semidiameter sit aequalis excessui secantis. O te ridicule deceptum. Quaeritur enim adhuc, quae sit causa illius motus ad latus, si est. Secundo quaeritur causa quantitatis illius motus, cur praecise radius aequet excessum secantis. Ego quaestionem non transtuli, sed causam indicavi et Ellipsis et mensurae. Mars habet vim magneticam, quae pro ratione inclinationis axis magnetici ad Solem accedit et ab eo recedit, fortitudo accessus ratione physica mensuratur a sinu anguli inclinationis. Ex hac fortitudinis variatione resultat ultro regularis libratio Martis, quasi in diametro Epicycli (libratio inquam ad unguem talis, qualis est si Epicyclus in concentrico statuatur, inaequalis motus, mars vero non in ejus circumferentia, sed in ejus diametro esse ponatur). Ex libratione porro resultat ultro via Elliptica: et quantitas resectae lunulae. Si enim in anomalia Eccentri 90, absolvitur dimidia libratio, cum nondum tunc sit dimidia axis ad Solem inclinatio (ut nimirum supra libratio sit tardior quam infra, sicut est et ipsa anomalia Eccentri). Ergo in illa anomalia Eccentri 90 planeta distat radio, quia absolvit semidiametrum librationis, at si in circumferentia mansisset Epicycli, distisset secante aequationis opticae. Appropinquat igitur, ubi maxime, excessu secantis supra radium. Haec omnia geometricissime cohaerent, ut videbis olim, Deo volente.

4) Quod tu jam, quasi causis inventis, ad Somnia tua relaberis, de causis, cur 3 acronychia non concludant hypothesin habes responsionem supra. Tu postquam diu fatigatus fuisti, tandem invenisti ἀπορίαν calculi, et tamen suades, ut hanc viam eam, qua opus non habeo. Ego enim via laboriosa quidem,

attamen perspicua et insidiis carente ad locum veni: te vero plura docere non possum, quam ipse teneo.

5) Quomodo meam lunulam transtuleris dixisti in circelli sc. transversi diametrum, qua centrum Eccentrici libretur ex ♏ versus ♉ et vicissim, quae tamen hac correctione indiget, ut Marte in ♏ versante centrum in ♉ secesserit et contra. Quod si etiam indicaveris, quomodo salves aream trianguli aequatorii, et modum tuum aequipollentem videro areolae meae: faciam tunc, quod petis, et tuam hypothesin meis commentariis adjungam. Nam negotium lunulae pertinet saltem ad opticam aequationis partem: de physica parte (seu de aequatione, quam causatur punctum aequatorium Ptolemaei, secundus Epicyclus Tychonis et Copernici) nihil adhuc abs te est allatum, nec afferri potest, quod aequipolleat areolae meae. Si negligere velim 8 minuta, jam ego ipse habeo punctum aequantis Ptolemaicum. Sic in longitudine media, manente Eccentricitate hac, puto circiter 3 minutis minui maximam aequationem, ubi duobus Epicyclis Copernico-Tychonicis utimur, quae 3 minuta ante et post ☍ cum ☉ possunt excrescere ad 10 vel 11. Sin autem deteramus haec 3 minuta, tunc augenda erit Eccentricitas, ita vitiabuntur distantiae Apheliae et Periheliae, ut tolerari non possint prosthaphaeresibus orbis annui: Adde quod in longitudinibus mediis contingit per duplicem Epicyclum excursus a circulari orbita valde magnus, qui tolerari non potest in prosthaphaeresibus orbis annui. Patet. Nam circulus ipse tolerari non potest, sed pro eo Ellipsis, multo igitur minus excursus iste. Expecto igitur, quomodo salves physicam aequationis partem. De motu medio quaeris, debeatne simplex esse an compositus cum praecessione? Pro re nata nequam. Nam certe habenda est ejus ratio, sed quomodo? Relinquitur arbitrio operantis. Soleo ego angulos inter 2 acronychios augere praecessione temporis interlapsi. Schema docebit, ubi minuendum.

Diligenter hoc ago, ut edam Commentaria Martis. Impedire minatur Tengnaglius et te inter spem metumque relinquit dubium. Haec occupatio causa est, cur gravatim scribam. Et his literis quidem nihil tetigi, quod non attineat Martem, persecutus sum autem omnia nisi quod restat, ut de latitudine dicam. Inveni latitudinem maximam in Aphelio 4° 35′ circiter, in perihelio 7° 0′ circiter, cum inclinatio utrinque sit 1° 51′. De reliquis quaestionibus alias. Unum tamen non possum non addere, de quo quaeris. Die $\frac{18}{28}$ May, 2 horis ante occasum

solis, Mercurius nobis hic Pragae visus est in disco solis instar maculae nigrae iutuentibus radium intro receptum. Etenim In radio, qui habuit magnitudinem thaleri dimidii, visus est instar pulicis, in radio vero, qui 4 pollices habuit in diametro, visus est quantitate culicis, instar rarae nec satis nigrae nubeculae, forte quia radius per rimam non sat parvam est ingressus. In ipso sole nemo quicquam vidit ob splendorem aëris. Nam interpluit. Haec 28 May, non 29, quo die ☌ in Ephemeride ponitur.

Respondebo ad reliqua successive. De Marte vero vix quicquam amplius. Nam in Commentariis expoliendis laborem respondendi impendam. Vale et observationes ♄, ♃, ☿ mitte. Ego remissior fieri incipio. Cur enim, morientibus instrumentis, supervivat mea observandi diligentia. I Augusti, cum Martio incepissem intereaque peregrinatus essem in Lusatia Anno 1607.

H. T.

Amicus Uranicus.

Fabricius an Keppler.

S. P. Ut ego de tuo, ita tu haud dubie de meo silentio diuturno miraberis, Praestantissime Vir, amice colende. Quas tu silentii causas habeas, equidem dicere non possum, mihi saltem non animus, sed literas ad vos mittendi occasio defuit. Testabitur hoc praesentium lator, Lichtensteinii tabellarius, qui hic per semestre in aula haesit, dederam illi in Octobri literas, sed cum praeter meam et illius expectationem hic permanendum illi esset, literas post 15 septim. repetii. Nunc in puncto nuntiat mihi, se cras summo mane hinc abiturum. Cogor itaque cursim et cerptim scribere. Scias igitur me literas tuas una cum libro de nova stella in Augusto praeterlapsi anni Hamburgo accepisse. At librum Cancellarius apud se retinuit et generoso nostro Domino perlegendum dedit, a quo nondum habere potui. Interim tamen ab alio exemplar mutuatus sum et cursorie perlegi, donec meum exemplar recepero. Ago tibi pro libro, Vranico sc. munere, mihi longe gratissimo, et pro animo benevolo, maximas gratias, praesertim quod honorificam mei in eo libro mentionem feceris. Ego simili occasione aliquando me gratum demonstrabo. De cometae proximi apparitione te probe cognovisse nequaquam dubito. Consignaveram aliquas meas in eo habitas observationes, quas tamen nunc auxi pluribus, ut in scheda videbis. Ego

primum 17 Sept. V. S. matutino tempore illum observare incepi, dicunt illum jam tum ante 14 circiter dies ab aliquibus visum fuisse, sed nihil certi mihi constat. Tu si quid habes de ejus prima apparitione, quaeso cum observationibus tuis mihi communices. Constitueram in Decembri calculo subducere cometicas observationes, sed prolapsus sum per aliquot dierum continuas calculationes in tantam cerebri debilitatem, ut omnino ab eo tempore abstinuerim ab operosis calculationibus.

Unicum est, quod omnino tibi scribendum putavi et quod me maxime perplexum reddidit.

In ♂ posita tua Eccentricitate 926500 et lunula pro secantis ratione constituta videlicet 46200 ita ut lunula juxta meam hypothesin extra circulum sit, non vero intra, ut in tua Ellipsi fit.

Sit (Fig. 48) circulus punctatus utrinque ♂ via, volo ad 95 graduum distantiae mediae ab aphelio inquirere primam aequationem (quae ratione dimidiae Eccentricitatis caussatur) lunula est 43031, complementum anomaliae 95 est 85° sinus — *) .. cui addo lunulam *TC* et sic datur per tabulam foecundam angulus aequationis maximus 5° 17′ 30″ circiter. Idem angulus datur per problema Lansbergii, ubi datis duobus lateribus cum angulo etc. Si videlicet *AB* Eccentricitas accipiatur et lunulam eandem (cum in hoc loco parum varietur) addas radio *BS* cum angulo 95°. Ubi vero (quod maxime hic observandum volui) eodem modo per Eccentricitatem eandem et sinum complementi anomaliae per lunulae partes debitas ad gradum 96 anomaliae quaesiveris, per foecundam sc. tabulam in rectangulo datur ibi aequatio 5° 19′ 7″. Differt a priori aequatione in 95 gradibus $1\frac{1}{2}$ Minuto circiter, cum tamen circa maximae aequationis locum vix paucis secundis in uno aut altero gradu anomaliae mutetur.

Ubi vero ante et post maximae aequationis angulum ut in 90.91.92.93.94 et 96.97.98. si quaesiveris per dictam foecundam in rectangulo, aequationes, tunc non magis aut minus crescunt aut decrescunt aequationes proximae, quam revera debent, et vix in aliquot secundis minutis mutantur ibi aequationes sic inquisitae, saltem in proximo post maximam aequationem gradu sc. 96°.

Res sane valde mira, nec caussam indagare potui, licet plurimum laboraverim. Ego nolo ut in hypothesin causam rejicias,

*) Auslassung im Text.

quasi non sit vera. Sit ita, at nihil hoc facit ad hunc scrupulum eximendum. Dantur in praesupposita tali circulorum dispositione aequationes primae, ut debent, idque in ea proportione ut requiritur, at saltem circa hunc gradum 96 mutatio fit subito $1\frac{1}{2}$ Minutis, ante et post hunc 96 grad. vix 5 secundis.

Item supra 95 gradus versus aphelium, ordine recte per hunc praedictum meum modum et lunulae partes sinni anomaliae semper additas, per foecundam, dantur aequationes et mutationis vera proportio. Ad post 95 grad. anomaliae versus oppositum Aphelii, eadem Eccentricitate retenta 9265, et per dictum modum semper majores justo dantur aequationes, si vero loco 9265 accipiantur (post 95 grad. ab aphelio) 92000 circiter, tunc omnes aequationes inferiores recte inter se, et cum superiori semicirculo proportionaliter respondent.

Quaeritur igitur, quae sit causa tam subitae et sensibilis variationis in aequationibus proximis, cum tamen ante et post illum 95 grad. crescunt et decrescunt maxime proportionaliter, nec ulla anomalia animadvertatur.

Nota.

Quod si hoc meo modo, in excessu circuli (per additionem partium lunulae ad sinum anomaliae) per rectangulum vel foecundam tabulam aequationis primae angulum, vel anomaliam **primo coaequatam inquisiveris, et post per hunc aequatum angulum anomaliae secundam aequationem investigaveris, habebis totam prosthaphaeresin verissimam. Secunda vero haec aequatio sic inquiritur semper. Ut *SD* ad dimidiam Eccentricitatem 926500, sic anomaliae primo aequatae angulus se habet ad secundam aequationem, quae primae addita, totam constituit prosthaphaeresin.**

Ut vero mi Keplere causam hujus secundae aequationis clare cognoscas, et meam hypothesin, quam tua veriorem judico, plenius perspicias, En schema meae hypothesis (Fig. 49) *).

Quando ♂ in apogaeo, tunc sui veri circuli *E* sc., tunc *ECA* linea aphelii mobilis super centro Solis, unitur cum *AD* fixi aphelii linea.

*) Nota, ex celeritate et incogitantia Martem in schemate pro libratione aphelii male collocavi, nam ad sinistram aphelii reponi debuisset pro ratione delineati aphelii mobilis. Moventur enim ♂ et aphelium semper in contrarium.



At quando ♂ digreditur a suo aphelio in consequentia, tunc aphelium mobile movetur in praecedentia, idque ad quantitatem dimidiae Eccentriritatis (in ♂ sc. 9265).

At hic angulus deviationis aphelii mobilis constituitur non ad anomaliam simplicem, sed ad primo aequatae anomaliae *EAF* angulum.

Tu primo accipe anomaliam mediam et illius sinui adde semper partes lunulae (quae maxima est 463) et complementi anomaliae mediae sinui adde dimidiam Eccentricitatem *AB* idque supra (infra enim ut scis auferenda est) et sic inquiratur angulus ad punctum in excessu circuli constitutum videlicet *GAE* angulus, et differentia *GBF* mediae et *GAF* est prima aequatio. Deinde pro secunda aequatione (quam tu per tempus morae, ego per motum libratorium aphelii excuso), sic age, ut Sinus totus vel aequata distantia 90 grad. integra ab aphelio ad angulum librationis maximae *DAC* (pro exemplo saltem addo, licet schema minus commode formatum) sic anomalia aequata *GAF* ad angulum librationis aphelii *DAE*.

Quam jucunde, quam certo, quam facile, quam congruenter haec inter se et coelo consentiant, pluribus non demonstrabo. Tu fac periculum et Fabricii vigilias multis annis in hac re exantlatas admiraberis.

Nota. Lunulam causat motus Eccentriri mobilis ♂ ad latera utrinque in diametro per simplicem librationem. Quare primo motum vel distantiam centri mobilis Eccentrici a centro Eccentrici fixi in Sole aphelii inquiro, quae distantia lunulae partes exhibet, ut hic (Fig. 50) *CD*, aequalis *AB*, additur *DO* anomaliae sinui. Respectu mobilis Eccentrici angulus *DBO* est anomalia in parvo schemate, cui in fixo respondet *CAT*.

Declaratio schematis veri (Fig. 51).

S Sol. *A* centrum Eccentrici mobilis. *B* centrum Eccentrici fixi vel imaginarii, quem appinxi, ut ejus conspectu caetera clarius perspiciantur.

Ratio.

Quando ♂ in *D* aphelio suo, tunc linea aphelii *SAD* unita est *SC* aphelio fixo imaginario. At Marte digrediente ad sinistram, aphelium per librationis modum juxta dimidiae Eccentricitatis quantitatem ad dextram movetur, et sic ♂ in suo circulo in priora quasi retrahitur per illum librationis motum, et alteram aequationis partem causat, quam tu in inaequalitate medii

motus vel in inaequalem fortitudinem motricis facultatis ♂ rejicis, vel in tempus morae. Lunulam mobili Eccentrico ab una parte appinxi, Eccentricum ab extra ambientem, et cum haec lunula ad 46300 id est 16 Minuta devict in medio, hinc in parallaxibus illa diversitas, a me etiam tunc animadversa, cum tu nunquam in tua vicaria hypothesi ejus rei ullam mentionem fecisses. Hic igitur excedens lunula anomaliam illam in parallaxibus egregie et ad oculum excusat. Aphelii vero motus libratorius excusat alteram partem aequationis, quae hactenus aequante excusata fuit, at nulla ratione nullaque demonstratione sufficienti.

Vide mi Eruditissime Keplere nunc utriusque hypotheses, confer illas, judica utra sit facilior, ad probandum et persuadendum conventior. Hoc scio, nullam unquam faciliorem hypothesin in superioribus datam esse aut dari posse; et ad talem hypothesis ordinationem, Ego trium superiorum tabulas supputare incepi. Imo hoc etiam addo, me per hanc eandem hypothesis constructionem ostensurum verissimam rationem, cur ex 3 acronychiis observationibus hactenus verum Aphelium et Eccentricitas dari non potuerit. Ego scio, scio inquam per hanc meam hypothesin, hoc fieri posse, et in 6 aut 8 horis totum illud negotium absolvi posse, quod tu per 4 acronychia vix 6 aut 8 diebus in uno planeta perficies. Si tibi probabitur, ut non dubito, si examinaveris in praecipuis locis per observationes, et tuis commentariis in fine adjungere volueris, rescribe, tunc ego omnia diligentissime et accuratissime cum veris demonstrationibus et exemplis, item calculandi ratione et aliis adumbrabo.

Noli mi Keplere amplius somnia vocare, haec mea inventa, non graveris examinare quaeso, si non veritatem cum pari facilitate et jucunditate inveneris, tunc demum acue stylum, tunc imperiosius perstringe. Ego antea quiescere non potui aut volui, quam hanc invenerim hypothesin et veras causas multorum hactenus latentium mysteriorum plene et plane indagaverim, quod jam Dei beneficio post millenas curas, innumeras calculationes, vigilias operosas per 6 annorum spatium tandem inveni.

Tu hic noli librationem accusare, quare mi Keplere non haec tam est naturae conveniens, quam mirificae tuae speculationes circa tuam hypothesin? et si maxime tua hypothesis salvet motus. Operandi tamen ratio per hypothesin tam est perplexa et operosa, ut vel primo intuitu aliquem deterrere pos-

sit. Quod si nimis tibi probabitur, nolo tamen ut aliis hanc meam hypothesin communices, sed sub Uranica fide tecum sint omnia, sicut tua apud me hactenus, tanquam in abditis Uraniae, ut palladium Trojae latuere, et ut mysteria reconduntur. Quae enim sic magnis laboribus a nobis inquiruntur, non debent aliis fucis ante tempus obtrudi. Filio meo sollicite tua inquirenti nolui literas tuas perlegendas dare, eandem ob causam, ne vel incogitantia juvenili aliis in academiis propalarentur, antequam tu quoque de iis publicasses.

Quare examina hanc meam hypothesin et judicium tuum candide (ut soles alias et in aliis) perscribe, et si quid contra objicere poteris, objice, quod probes aut improbes significato. Ego primo quoque tempore tuas literas et responsum ad quaestiones reliqnas omnes exspecto, noli quaeso me diutius detinere. Ego nunc agrariis curis valedicere constitui, locavi aliis agros, ut tanto liberius astronomicis in posterum invigilare possim. Quando tui commentarii ♂ prodituri sint, scribe. Miror nostrum Joh. Erichson huc non transiisse, ut promiserat se facturum, cum maximo desiderio illum hactenus exspectavi, quod ipsi acciderit mirari non possum. Spero tamen ipsum mihi de suo statu significaturum. Quid Tychoniani agant, quid moliantur in Uranicis, scire cuperem, non puto, ipsos quidque absque tuo filo perfecturos, licet quam maxime moliantur. Suaderem potius, ut te amico uterentur, quam ut tibi tuisque laboribus invideant.

Nimia festinatio facit, ut commode totam hypothesin meam in uno schemate antea non depinxerim. Hic ulterius explico (Fig. 50) *). MN est maxima distantia Eccentrici utriusque, quando ♂ in N et OP, et est lunula illa vel excessus circuli in ♂ 463000 circiter, ratione dimidiae Eccentricitatis a Sole AS. Lunula causatur a motu centri mobilis Eccentrici a centro Eccentrici fixi, ad latera utrinque in diametro per librationem, ut enim AB totus ad AB diametrum (cui MN aequalis) ita distantia medii motus ♂ ab aphelio ad distantiam centri Eccentrici a centro fixo, vel ad partes lunulae.

Et scito centrum mobilis Eccentrici semper in diametro ferri versus eam partem circuli, ubi ♂ constituitur. In exemplo sit media anomalia tabularum CAT, cui respondet in hypothesi

---

*) Pro lunulae partibus motus centri sit semper versus ♂ locum, at aphelii libratio super Sole fit in contrariam partem anomaliarum mediarum. Sic tota mea hypothesis constat duabus librationibus.



DBO, sinus illius est *DO*, cui addo *AB* vel *CD* distantiam centrorum vel motum centri lateralem. Et sic fit sinus *CO* et sic datur rectangulum ad Solem (ad quem semper media anomalia ♂ reducitur) *CSO* (nam dimidia Eccentricitas *AS* hic additur sinui complementi anomaliae *AC*). Inquiro igitur per foecundam tabulam angulum *CSO* et fit aequata anomalia, et differentia utriusque anguli est prima prosthaphaeresis. Per hanc sic datam anomaliam aequatam inquiro secundam prosthaphaeresin per librationem aphelii *KS* fixi super centro ⊙ ad latus, idque sic, ut tota anomalia aequata 90 grad. (nam juxta aequatae anomaliae angulum ad Solem haec libratio Aphelii fit) ad dimidiae Eccentricitatis quantitatem, sic data aequata anomalia ad sinum rectum secundae prosthaphaeresis. Junge prosthaphaereses et habes totam addendam vel subtrahendam.

Habes nunc omnia, mi Keplere. Omnia consona coelo, nisi quod Eccentricitas *AS* ad $1\frac{1}{2}$ minuta mutanda sit vel minor fiat, quando a 95 gradu aequatae anomaliae versus perigaeum Eccentrici aequationes inquiruntur (ut sit 921000 pro aequationibus inferioribus, at 9265 manet semper pro superioribus). Quaero ex te causam variandae post 95 grad. anomaliae vel minuendae Eccentricitatis.

2) Quaero cur in 96 gradu statim post maximum aequationis primae angulum, tam subita et sensibilis fiat in aequatione 96 gradus mutatio, cum tamen ante et post illum 96 gradum aequationes recte se habent, et crescunt et decrescunt debito modo. Hunc scrupulum, si potes, mihi quaeso eximas, gratum facies, res sane mira est.

Responde ad priora et praesentia quam citissime, si me amas, et quid nunc moliaris in Astronomicis significa. Scribis nuper ☿ in ⊙lis disco a te per rimulam tuam opticam observatum fuisse, at quam impossibile hoc sit observatu, non ignoro. Vix extra obstacula in elongationibus maximis nonnullis ante et post ⊙ conspici potest, ut in Januar. proximo in 27. 28 gr. dist. a ⊙ claro coelo videri non poterit, tantum abest ut tu diurno tempore in ⊙lis luce per foramen opticum minutissimum in pariete animadvertere posses.

. . . .

Raptim Ostelae 27 Febr. 1608.

Tuae Praestantiae

studios.

D. Fabricius.

Hypothesis ♂ nova a D(avide) F(abricio) inventa.

Declaratio (Fig. 52).

A Sol est, in quo linea aphelii mobilis *CL* libratur utrinque a fixo aphelio *BO* ad angulum *CAB*, qui dimidiae Eccentricitati *DA* respondet. Idque hac lege, ut quando ♂ in apogaeo vel in aphelio est, tunc lineae aphelii utriusque, mobilis et fixi, coeunt; quando vero ♂ ab apogaeo in consequentia medio motu progreditur, tunc apogaeum mobilis Eccentrici in antecedentia signorum transfertur, donec ♂ anomaliam veram 90 grad. attigerit. Ubi tunc maximam librationem habet, dimidiae Eccentricitati exacte respondentem. Post 90 graduum anomaliae aequatae, ♂ perigaeum progrediente, apogaeum rursum in antecedentia versus fixum apogaeum *B*, moveri incipit. Ubi perigaeum ♂ attigit, uniuntur duo apogaea.

Ubi ♂ a perigaeo versus alteram longitudinem mediam progreditur, apogaeum in antecedentia libratur, donec ♂ ad 90 grad. aequatae anomaliae pervenerit, inde in consequentia rursum librare incipit.

Circellus, qui ad circumferentiam Eccentrici conspicitur, ideo addendus fuit, quod observationes ostendant, semidiametrum Eccentrici circa medias longitudines utrinque radio majorem esse ad 15 minutorum sinum 43000.

In hujus circelli circumferentia ♂ semper in consequentia movetur, ad motum duplicatae anomaliae mediae, ita, ut linea a perigaeo circelli ad ♂ corpus producta semper addatur sinui anomaliae mediae.

Haec vero linea in ipso circello per bisectum angulum duplicem ratione perpendiculi facile datur, vel quod idem est, per proportionem anomaliae ad 90 grad. inquiri potest, ut enim se habet Totus sinus ad circelli diametrum 43000 sic anomalia media ad partem, anomaliae sinui semper addendam. Quando ♂ 90 gradu mediae anomaliae, tunc totum additur radio Eccentrici.

Sequitur commensuratio omnium. *AD* dimidia Eccentricitas est 925200, cui libratio apogaei convenit. Diameter circelli 43000.

Apogaeum ♂ anno 1600 ineunte in 29° 7′ ♌ locus medius ad meridiem 1 Januari dicti anni est in 25° 27′ 40 Cancri ad meridiem Embdae Ostfrisiorum.

Semidiameter Eccentrici ♂ in proportione orbis ⊙ est 15250000.

Notandum.

Qui per hasce hypotheses prosthaphaereses ♂ inquirere studet, sciat post 90 gradum aequatae anomaliae, pro prosthaphaeresis perigaeae parte prima, Eccentricitatem 921200 esse adhibendam, non ideo, quod revera ibi alia Eccentricitas sit, sed quod ratio calculi mutetur. Nam in prosthaph. apogaeis Eccentricitas additur sinibus complementorum anomaliae, et sic utrumque tangentis naturam induit. At infra 90 gradus pro prosthaphaer. perigaeis Eccentricitas ut sinus aufertur, et quod remanet solum tangentis vicem subit. Quodsi pars proportionalis circelli accederet radio Eccentrici, et non sinui anomaliae, tunc per radium auctum et Eccentricitatem variatam cum angulo intercepto, prosthaphaeresis inquiri posset, juxta obliquorum triangulorum rationem, at cum hic per rectangulum, calculum perfici necesse sit, ope augentium sinuum, observatio dicta non est negligenda.

Ratio calculi instituendi.

Locus apogaei a media longitudine (ut solet) auferatur, ut habeatur anomalia media, cujus sinus est exscribendus, ut et complementi sinus. At pro corrigendo sinum anomaliae, inquire partem proportionalem circelli, addendam sinui praedicto, idque sic ut Sinus Totus ad 43000 sic anomaliae mediae sinus ad partem proportionalem addendam sinui anomaliae.

Habetur hoc modo rectangulum ex sinu anomaliae aucto et ejus complementi sinu constitutum, quod solvendum est. Nam ut sinus complementi anomaliae (cui tamen prius Eccentricitas est addita vel subtracta, prout ratio postulat) ad Radium, ita sinus auctus anomaliae ad angulum suum, qui cum angulo anomaliae mediae collatus dat priorem partem prosthaphaeresis.

Pro altera parte sic agendum. Ut se habet hujus Totus Radius ad 925200 sic anomalia prior aequata se habet ad alteram partem, quae semper priori prosthaph. jungenda est, ut tota habeatur. Cum qua deinceps more solito agendum.

Pro distantia ⊙ et ♂ sic agendum.

Ut angulus anomaliae per primam prosthaph. aequatae se habet ad sinum auctum anomaliae mediae, ita se habet Sinus

Totus anguli recti ad distantiam ☉ et ♂, idque in partibus qualium Eccentrici semidiameter est 10000000.

At haec distantia (pro parallaxibus inquirendis) reducenda est ad proportionem orbis ☉ idque sic: ut se habet semidiameter orbis ♂ 10000000 ad 15250000 sic distantia simplex ♂ et ☉ ad distantiam in proportione orbis ☉.

Secundo per dimidiam Eccentricitatem ☉ inquire quoque Solis distantiam, et sic cum his duobus lateribus et angulo, inter aequatum locum ♂ et ☍ ☉ intercepto, inquire parallaxis angulum et datur visus locus ♂, qui post per angulum inclinationis ♂, juxta distantiam a nodo ad Eclipticam reducendus est. Vale lector et feliciter ac utiliter laboriosis nostris inventis fruere.

Ostelae 2 Octbr. 1608.

Keppler an Fabricius.

Literis prioribus, 27 Febr. 1608 scriptis, narras periculum valetudinis, ex computationibus contractum. Post festum venio, medicinam tamen suadeo. Abstineas a constituenda hypothesi Martis, jam enim est constituta. Ego tantum insumpsi laboris, quantum sufficit vel decem mortibus. Et pervici per dei gratiam, pervenique eo, ut contentus esse possim meis inventis, et quietus. Antequam acquiescerem inventis, quiescere omnino non potui. Ex praesenti igitur quiete, argumentare de meis inventis.

Ex iis, quae scribis de Saturno, colligo, quae tibi causae sint, cur Saturni observata non mittas, nec Jovis. Cupis aliquid et ipse praestare, in qua operis parte non vis habere aemulum. Mihi hoc non est cordi: si non tantum tibi mitto, quantum postulas, in causa est, quod fugio laborem describendi et conquirendi. Pati possum, ut edas aliqua de Marte vel ante mea commentaria vel post. Quicquid etiam brevibus possum de tuis inventionibus addam meis commentariis. Interim tuis ipsius observationibus es iniquus, quarum auram nemini pernitiem nisi tibi ipsi. Quod si non omnia possumus omnes. Quid si mihi Deus hoc dedit, ut melius uti possim tuis observatis, quam tu ipse. Ergo si ego cessem et tu perperam itaris, frustra tu observasti.

Cum tu habeas in Saturno Eccentricitatem 5420, ego 5700 mirum non est, nos etiam in Aphelio differre. Tu enim

proculdubio extruis hypothesin ex centro terrae, seu in forma Copernici ex centro orbis magni, ego vero ex ipso Sole vel in Ptolemaica hypothesi ex centro orbis Solis. Sit *A* Sol, *B* centrum orbis terrae, *C* centrum orbis Saturni. Mihi *AC* cadit in $25^0\ 15'$ ♐, tibi *BC* in $26^0\ 0^0$ ♐. Haec probe consentiunt. Sed hoc miror, cum mihi *AC* sit 5700, cur tibi longior *BC* sit brevior sc. 5420. Ego mihi videor recte operatus, et peto observata.

Quod in ♂ mirum celebras, videre videor, quale sit. Latitudo lunulae est lineola recta ad lineam Apsidum. Illa si in perigaeo esset tota, maximum causaretur angulum. At in longitudine media coaequata causatur angulum nullum, quia continua incidit in ipsum centrum Solis (Ptolemaeo, telluris) et sic per optica principia apparet sub visione puncti. At anomaliae coaequatae 90 graduum, respondet anomalia media 100^0 $43'$ circiter. Ergo in anomalia media 90^0 lineola haec nondum subtendit nihil, sed causatur angulum $1\frac{1}{2}'$ circiter. Hoc mirum non est. Nam paulo supra mediam 90^0 causatur angulum majorem et in anomalia 45^0 causatur maximum. De quo invenies pulchram demonstrationem in meis commentariis de ♂.

Ad tua vero haec inventa de ♂, quae Pythagorico affectu commendas, meque invitas ad ea admiranda, quid dicam, non habeo. Ridebo? At meliora meritus es egregio studio et cupiditate inculpata. Magni vere faciam? At minus hoc erit candidum facinus. Hoc solum tibi dico, aut te coincidere in effectu cum operatione mea, aut aberraturum longissime ab observatis. Quid? tu parum referre putas ad orbis annui aequationes prolongentur distantiae Martis a Sole circa medias longitudines, an decurtentur? At ubi ego decurto, tu malis prolongare? O te miserum quam parum memor es eorum, quae olim ipse expertus inque literis ad me prolixe testatus es. Non sufficit transigere cum ἀκρονύμοις, oportet et reliquas in conspectu habere.

Sed heus quis mihi novus rumor ex area ipsa Eccentrici Martii intra quam perscripsisti correctionem tuae sententiae totis literis erroneae, quae causa fuit cur nollem illam ponderare hactenus. Nam schemata de errore testabantur maximo primo intuitu. Si Mars est ad sinistram Aphelii, centrum Eccentrici est ad dextram. Eheu. Hoc volui. Vere igitur abbreviantur distantiae Martis et Solis ad latera. Atque hoc est illud, quod ego dico. In reali convenimus, in hypothesi, qua perveniamus

ad hoc reale, tu librationes adhibes Eccentricorum, ego causas physicas; quoad numeros tamen sint applicabiles. Quid? Annon superioribus literis anni 1607 ostendi posse me salvare hanc decurtationem per Epicyclium parvum in Eccentrico? Tua vero hypothesis quid aliud est, quam Epicycli illius mei transfusio in libratilem Eccentricum?

Haec ego dum rumino tuamque sententiam relego, invenio te una libratione duo efficere, abbreviare distantias, et partem aequationis physicam salvare: et (me Atlas) valde miror convenientium, etsi non puto aequalia penitus futura, quae ex tua hypothesi exeunt, et quae ex mea. Cur vero sine calculo aliquid tribuam hypothesi tuae, dicam. Constat mihi ex mea hypothesi *CB* latitudinem lunulae maximam*) sic esse ad *BA* ut *BA* est ad *BD*. Rectangula igitur ex *AB*, *BC* et ex *DB*, *BA* sunt similia; angulus igitur *BAC* tantus, quantus *BEA*. At *BEA* est quam proxime pars aequationis physica. Ergo et *BAC*. Utrum autem plane coincidant facile est aestimare. Primum si tu utaris angulis *BFA*, *BHA*, tunc haec pars aequationis, quam Ego opticam appello, exactissime convenit cum mea, si modo libratio *BC* restituatur cum anomalia *DE*, non cum *GH*. Nam via ipsa genuina Martis per *DFH* signa, plane Ovalis elliptica evadit, non minus quam si uterer circello duplicis restitutionis, ut scripsi priori anno. Nosti enim aequipollentiam hypothesimn. Itaque via ♂ ovalis, est potius phaenomenon (sed demonstrationibus enucleatum) quam hypothesis. Ad illam salvandam tu hic affers librationem Eccentrici, Ego causas physicas, et aliter circellum. Laborem uterque eundem in computando subit. Ptolemaicis vero discipulis tu minuis laborem percipiendi, tecum et ego per circellum. At iis, qui ad physicas causas rerum caelestium sunt intenti, Ego satisfacio, causas seu libratilis tuae seu circelli mei ostendens.

Superest igitur pars aequationis physica a me dicta, quam tu per angulum *BAC* metiris, ego per aream trianguli, rursum physicas causas affectans. Videamus an etiam hic coincidamus. Mea igitur aequatio proportionatur sinibus anomaliae Eccentri, estque infra et supra *E* aequalibus intervallis et ipsa aequalis. Proportionantur vero etiam tibi librationes *BC* sinibus ejusdem anomaliae Eccentri. Sic enim tuam corrigo hypothesin. Itaque si tu per proportionem *AB* ad *BC* extrueres

*) Vergl. Fig. 17.

anomaliae eccentri aequationem, quam ego dico physicam, tunc ad unguem paria mecum faceres. At non extruis per hanc ipsam proportionem, sed prius per illam excerpis arcus. Differs ergo a me. Nam arcus excerpti non manent in proportione linearum, nisi in planetis caeteris, quorum est parva Eccentricitas. Quod si proportio maneret arcuum, quae est Tangentum, tunc nihil tibi noceret, maximum angulum *BAC* differre a mea aequatione physica, posses enim *BC* nonnihil mutare, quod quidem et jam facis, usurpans pro mea 429 vel 432, tuam 463.

Videamus vero quanta sit differentia inter arcuum et tangentum proportiones. Esto maxima aequatio physica $5^0\ 43'$ ut tangens sit 10000. Igitur pars decima tangentis 1000 dat arcum $34\frac{1}{2}'$, decima vero pars de $5^0\ 43'$ est $34\frac{3}{10}$. Bona aequipollentia in hac parte. Sumantur vero et dimidia. Nam ibi differentia videtur maxima futura. Igitur 5000 dat arcum $2^0.\ 52'$. Dimidium vero de $5^0\ 43'$ est $2^0.\ 51\frac{1}{2}$. Vicisti Fabrici hoc stadium et gloriari potes, te tua hypothesi libratoria ad sensum paria facere cum mea physica. Itaque jam desino ridere tuum Paeanem, desino desperare de hypothesibus, quibus causae physicae exprimantur. Desino negare Mechanico Caesaris Byrgio, impossibile esse, ut motum Martis, qui causis physicis administratur, ipse circulis exprimat. Tua enim haec libratio Mechanicis opportunissima est, cum una fidelia duos parietes dealbet. Quid igitur? Num desinam infinita mea commenta super causis physicis, Naturam coelorum, a mei Trianguli area ad tuas librationes traducam, affirmans, tuam hypothesin esse genuinam et realem, propterea quod simplex, meam fictam et a natura alienam, propterea quod area trianguli metitur tempora, angulus vero aequationem Opticam. Non faciam, non enim hoc esset philosophari. Gratulor mihi potius, tuam hanc librationem hactenus delituisse, quoad de causis physicis res explorata est. Nam fateor ingenue, si tu praevenisses hac tua forma libratoria meam physicam, vidissemque ejus consensum cum observatis, me nunquam in causas motuum incisurum fuisse. Nam quis quaeso, versans animo librationes, easque videns consentire observatis, quis inquam aliud suscipiat indagandum, quam causam hujus librationis, quasi verissime accideret. Quis non hinc sibi adamantinos Eccentricos *DE* et *GH*, axesque fortissimos *AD* et *AG* persuadeat? Quis putet ista omnia effici posse forma diversissima virtutibus magneticis? Itaque complector animo ingentem dolorem, qui mihi fuisset oriturus super miserrimo la-

bore inquirendi causas rerum, quae non sunt in rerum natura, sed videntur esse, librationum nimirum Eccentrici ejusque diametri fixae in corpore Solis, ac si quis clavum in parietem impactum crebris ad latera contorsionibus et retorsionibus niteretur evellere? At eheu, non vacat indulgere doloris imaginationi, qui praeventus et declinatus jam est. Verus me dolor corripit super impendentibus, pro eo, quo tibi gratulandum erat. Natam ais tibi filiam ex Geometria matre? Vidi: pulchra est. At meretrix pessima futura est, abductura quam plurimis meis filiabus ex matre Physica susceptis, maritos suos. Traducet tua hypothesis ad se lectores et philosophos, dabit effugia hostibus physicae coelestis, patronis inscitiae, architectis solidorum orbium, Mechanicis crassis, quibus se redimant e vinculis demonstrationum mearum physicarum, inque libertatem deos fabricandi sese recipient. Redibitur ad intelligentias, duaeque collocabuntur ad duos circellos circa centrum B, quibus efficiatur isthaec libratio.

Neque tamen sine molestia illam adolescere patiar. Primum fateberis, te, postquam audivisti de via Martis ovali, cepisse cogitare de librationibus. Et ante aliquot quidem annos, hanc martiae viae contractionem ad latera nimiam a me constitutam, coarguisti ex observationibus. Itaque excessum cum deprehenderis, rem ipsam tanto certius complexus es animo. Posteaquam elavi ego istos ingressus ad latera, simulque genuinas causas inveni, tu versans meam hypothesin rursum prorsumque, et cum observationibus comparans, testatus es, illam consentire: solam causarum incredibilitatem aegre tulisti, circulosque desiderasti pro areis, ut forma Ptolemaica hypothesium persisteret incolumis, quoad ejus fieri posset. Ex hypothesi igitur mea, tuam efformasti. Centro enim Eccentrici B ad latus detorto per librationem BC, ut repraesentaretur contractio itineris planetarii DFH, quod varie fieri potest: deinde per hoc centrum C et per corpus Solis A ejecta linea apsidum nota AC, sub conspectum venit angulus BAC, idoneus alteri parti aequationis, quam sciebas me per trianguli aream salvare, cupiebasque aliter salvatum. Haec itaque series inventionis testetur de rerum Natura. Mihi, ut dixi, impossibile futurum erat, ex tua meam educere, tibi facile ex mea tuam efformare, cum illo affectu meam tractares, quo te dixi. Ex observatis vero ipsis, non praeeunte mea hypothesi, nescio an tibi proclive futurum fuerit, in tuam incidere, etiam si plenis faucibus Ptolemaicam

formam spirasses anhelus. Me igitur nuda duxit Natura, nullis instructa vestibus hypothesium; tu ex aliquibus ejus membris, quae tibi a me monstrata, minus laudabilia videbantur, occasionem cepisti peregrinam illi vestem induendi, quo minus agnosceretur sincere, quin potius lectores inter membra et vestem hanc tuam (ut olim Americani inter equum et insessorem) non distinguerent, corpus dicerent, quod Fabriciana vestis est: denique ut novo ornatu placeret delicatis, nuditatem fastidientibus: imo vero ut pro Natura, generosissimâ puellâ, substitueretur spuria tua, meretricio ornatu et moribus, ad voluptatem comparatis non ad ingenuitatem: hoc est Fabricio interprete, ut arti consuleretur non alienatis philosophis. Sic igitur ipsa inventionis series arguit, peregrinam esse tuam hypothesin, non naturalem.

Deinde, quod in mea physica hypothesi vehementer abhorrueras, non dari directum progressum ab anomalia media quacunque ad veram competentem, sed interponi anomaliam Eccentri quantitate intermediam, a qua caperetur initium, id tu in hac tua non effugis, nisi cum majori damno inconstantis eccentricitatis. Tu enim si librationem *BC* h. e. aequationis partem priorem accommodas ad anomaliam mediam *GH:* nunquam exprimes meam hypothesin, et cogeris ab observationibus, ut fateris, variare Eccentricitatem *AB*, ἀγεωμετρήτως. Itaque hactenus emendavi tibi tuam hypothesin, ut perficeretur libratio *BC* ad anomaliam *DE*, quam Ego appello Eccentri. Hoc vero si fueris passus, eodem in luto mecum haerebis, non quidem pudendo, nisi ex tua opinione, qui in me cupiebas emendatum. Tertio neque de simplicitate, qua maxime gloriari potes, tibi concedit mea. Tu ejusdem trianguli *CBA*, angulo *BAC* quaeris partem aequationis physicam, latere vero *BC* constituis *BH* ad partem Opticam *BHA* investigandam, una libratione (quae tamen duobus circulis administretur) duo efficiens, et coarctationem ad latera et moram in superioribus. Ego, tibi par, unius trianguli *AHB* area partem physicam, angulo *AHB* partem Opticam aequationis inquiro, una naturali libratione planetae in linea recta a corpore Solis *A* per spatium aequale ipsi *AB* efficiens duo illa eadem, quae tu libratione centri non naturali. Ubi mihi ad meam librationem non est opus circulis, ut tibi: sufficit enim vis Magnetica ipsius corporis Martii, eaque bruta, cum tu opus habeas duabus intelligentiis ad tuam librationem administrandam.

Quarto labor vero tibi major incumbit, quam mihi. Pri-

mum enim ut *BD* ad sinum *EBD*, sic maxima *BC* ad modulum justum, angulo *EBD* convenientem. Deinde ut *AB* ad *BC* sic totus ad tangentem, quo tangente est excerpendus angulns *BAC*. Mihi manet prima operatio, at pro secunda, idem sinus (non jam etiam tangens) anguli *EBD* multiplicatur (ubi nulla divisio, ut tibi) in aream maximi trianguli, proditque statim id, quod tu per tangentem demum excerpere necesse habes, discurrens per tabulam tangentum. Reliquus labor circa angulum *AHB* est utrique communis.

Haec itaque de tua vicaria (verum nomen) hypothesi dicere volui. Tu pro caecitatem et hilaritatem meam in scribendo boni consule. Vides me laudem illi tribuere veritatis circa effectum, tibi vero ingenii: et imprimis laetari super fortuna tuarum speculationum, tibique gratulari. Nec si veris illam coloribus depinxi, propterea premere illa in te volo: quin potius nisi jam impedis, partem ex illa faciam commentariorum meorum, ut petiisti: idque in gratiam eorum, qui privati captus causa, aut propter Mechanicas effictias Ptolemaicam formam amant. Fateor quippe, tuam hanc ordinationem captus facilitate longo intervallo post se relinquere Ptolemaicos aequantes, et eos in nondum sufficienter observatis exprimendis, cum tua aequipolleat meae physicae, adeoque observatis coelestibus. Si haec ego odoratus fuissem ante 9 menses, lubenter scripsissem de iis. At nunc accusa tua schemata erronea de meo silentio: ex ipsis enim visis et de textu judicavi, quod intricatissima manu perscribitur a te.

Vale. 10 Novbr. 1608.

Johann Fabricius, der Sohn des David Fabricius, hatte am 11. März 1608 von Wittenberg aus an Keppler geschrieben. Keppler antwortet darauf nach dem 10. Novbr. unter Anderem Folgendes:

Neminem hominem contemnere didici nuper, postquam in literis patris tui diutissime neglectis, etiamque contemptis ob Schematum oculare vitium, ex insperato inveni hypothesin non parvi momenti: qua una omnes meas speculationes transfert in aliam formam manente quidem ovali itinere tarditatis inaequalis.

Letzter Brief des D. Fabricius an Keppler.

Quod ad meam hypothesin ♂ attinet, mirum quam me tua festivitate recreaveris et judicio tuo confirmaveris. Candorem tuum amo et laudo, et ut innuis, ex tuis primum profeci et de transmutatione cogitavi, cum tua mihi intricata et operosa semper visa fuerit. De secantis aut lunulae adhibitione, quoque addis, respici oportere anomaliam veram, non mediam. At mihi contrarium placet, et approbant observationes, causam, quam tu adducis, in mutatione Ercentricitatis, pro prosthaphaeresibus perigaeis supputandis, omnino rejicio ut falsam et minime sufficientem, sive enim tu circa longitudinem mediam secantis aut lunulae motum applicaveris, vel ad veram vel mediam anomaliam vix 5 aut 10 secundorum differentiam invenies. Tantum abest, ut 1½ Minut. discrimen inde proveniri possit. Veriorem causam ego postmodum per innumeras cogitationes tandem inveni videlicet, quod diversa ratio calculi in superiore et inferiore parte Eccentri ejus rei causa sit. Nam pro prosthaphaeresibus apogaeis inquirendis, Eccentricitas semper additur sinibus complementorum anomaliae, et sic utrumque in calculo tangentis naturam, pro angulo habendo, subit. At post 90 grad. anomaliae verae, Eccentricitas aufertur a sinibus complementi anomaliae, et sic residuum saltem, tangentis naturam accipit, Eccentricitas vero ut sinus ablatus fuit. Quare si pro Eccentricitate adhibueris sinum foecund. aut tangentem, Eccentricitatis sinui respondentem, et eum a sinibus complementi subtraxeris, tunc residui sinus tangentem verum dabit anguli inquirendi, cum utrumque jam qualitatem eandem consecutum sit. Scito itaque hoc firmissime, aliqualem (?) mutationem Eccentricitatis pro prosthaphaeresibus perigaeis inquirendis, non proveuire ex hypothesis infirmitate, sed ex diversa ratione calculi. Quod si lunula non sinibus anomaliarum accederet, sed radio Eccentrici, tunc per radium auctum et Eccentricitatem utrobique retentam et immutatam, quaesitum daretur verum.

Si igitur hypothesin meam, prout illam hic delineavi, invariatam tuis commentariis in fine, veritatis tui calculi confirmandae gratia addere volueris, rem sane gratissimam feceris, sin minus, tibi soli serva, donec ipse occasionem publicandi invenero.

Elemente der Sonne.

1) Nach Tycho de Brahe.

Jahreslänge 365^d 5^h 49'.
Mittlere tägliche Bewegung . . 0^0 59' 8" 20'''.
Schiefe der Ekliptik . . . 23^0 31½'.
Apogäum . . . . 3^s 5^0 44' *).
Excentricität . . 0,035919 oder 2^0 9' 18".
Grösste Mittelpunktsgleichung . . . 2^0 3½' (zu gross) **).

---

2) Nach Longomontanus.

Jahreslänge . . . 365^d 5^h 51' 29".
Apogäum . . . . . 3^s 5^0 30' (übereinstimmend mit Keppler).
Excentricität . . . . 0,03648.
Grösste Mittelpunktsgleichung . . 2^0 5' 26".

Nach seiner Theorie steigt die Abweichung der Sonnentafeln von den Sonnenbeobachtungen auf 2' 50".

---

*) Keppler setzt den Ort des Aphels 9^s 5½^0.
**) Nach Kopernikus beträgt sie 1^0 51' (zu klein).

Der Entwurf der Marstheorie,

den man aus Dänemark mitgebracht hatte und mit dem eben Tycho und die Seinen beschäftigt waren, als Keppler nach Benatek kam, setzte

das Apogäum für 1585 in $4^s\ 23^0\ 45'$,
die ganze Excentricität oder die Summe der Halbmesser beider Epicykel 0,20160,
den Halbmesser des grössern . . 0,1638,
den Halbmesser des kleinern . . . 0,0378.

In dem System des Ptolemäus betrug demnach die Excentricität des Aequanten 0,2016.

Nach dieser Hypothese hatte man eine Tafel der Gleichungen für alle Grade berechnet und man hatte 1′ 45″ der Bewegung hinzugefügt, welche die prutenischen Tafeln geben.

Die stellvertretende Hypothese Keppler's.

Ort des Apheliums oder	
Länge der Sonnenferne für 1587 . . .	4^s 28° 48′ 55″,
Eccentricitas Eccentrici . . .	0,11332,
Eccentricitas Aequantis . . .	0,07232,
Eccentricitas tota	0,18564,
die Hälfte davon	0,09282.
Länge des ☊	1^s 16°,
Neigung der Bahn	1° 50′.

Siderische Umlaufszeit 686 Tage 23½ Stunde, eine Zeit, die nur um 39 Sekunden kleiner ist, als sie Laplace angiebt.

Zeittafel.

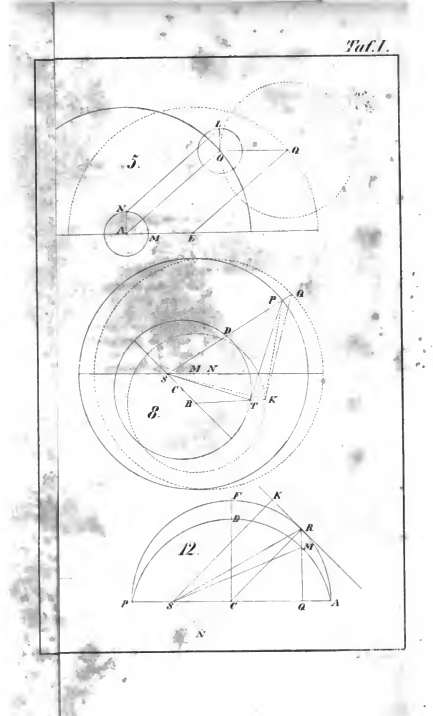
1397 Toscanelli geb.
1401 Nikolaus von Cusa geb.
1423 Peurbach geb.
1430 Bernhard Walther geb.
1436 Regiomontan, Behaim, Columbus geb.
1455 Reuchlin geb.
1459 Conrad Celtes geb.
1461 Peurbach st.
1463 Pico von Mirandula geb.
1464 Cusa st.
1467 Erasmus geb.
1468 Werner geb.
1470 Pirkheimer geb. Gemistius Pletho st.
1472 Bessarion st.
1473 Kopernikus geb.
1474 Ariosto geb.
1476 Regiomontanus st.
1477 Joh. Schoner geb.
1482 Toscanelli st.
1483 Luther geb.
1489 Sebastian Münster geb.
1492 Amerika entdeckt. Nonius geb.
1494 Pico von Mirandula st.
1495 Peter Apian geb.
1497 Melanchthon geb. Reise des Vasco de Gama.
1502 Gründung der Universität Wittenberg.
1504 Bernhard Walther st.
1507 Kopernikus beginnt seine Untersuchungen.

1508	Conrad Celtes st.	
1511	Erasmus Reinhold geb.	
1514	Joachim Rheticus geb.	
1518		Leonardo da Vinci st.
1520		Rafael st.
1522	Reuchlin st.	
1523	Ulrich von Hutten st.	
1528	Werner stirbt. Andreas Schoner geb.	
1530	Kopernikus beendet seine Untersuchungen. Pirkheimer st.	
1533		Ariosto st.
1534		Correggio.
1536	Erasmus st.	
1537	Joh. Prätorius geb.	
1541	Theophrastus Paracelsus stirbt.	
1543	Kopernikus st.	
1544		Tasso geb.
1546	Tycho de Brahe gebor. Luther st.	
1547	Joh. Schoner st.	
1552	Peter Apian st. Jobst Byrg geb.	
1553	Erasmus Reinhold st.	
1560	Melanchthon st.	
1561	Longomontan geb. Baco von Verulam st.	
1564	David Fabricius geb.	Michel Angelo st. Galilei geb.
1570	Sim. Marius geb. Mästlin Pfarrer in Backnang.	
1571	Keppler geb.	
1572		Peter Ramus st.
1574		Titian st.
1575	Scheiner geb.	
1576	Rheticus st. Nunez st.	
1580	Mästlin Professor in Heidelberg.	
1582		Gregor XIII. Kalenderverbesserung.

1590	Andreas Schoner st.	
1592	Landgraf Wilhelm von Hessen-Cassel st.	Pierre Gassendi geb.
1596		Cartesius geb.
1601	Tycho de Brahe st.	
1614		John Napier veröffentlicht seine Erfindung der Logarithmen.
1616	Prätorius st.	
1617	David Fabricius st.	
1629		Huygens geb.
1630	Keppler st.	
1633	Jobst Byrg st.	
1635	Mästlin st.	
1637		Robert Fludd st.
1642		Galilei st. Newton geb.
1650		Cartesius st.
1655		Gassendi st.
1660		Gründung der königlichen Societät zu London.
1666		Gründung der pariser Akademie der Wissenschaften.

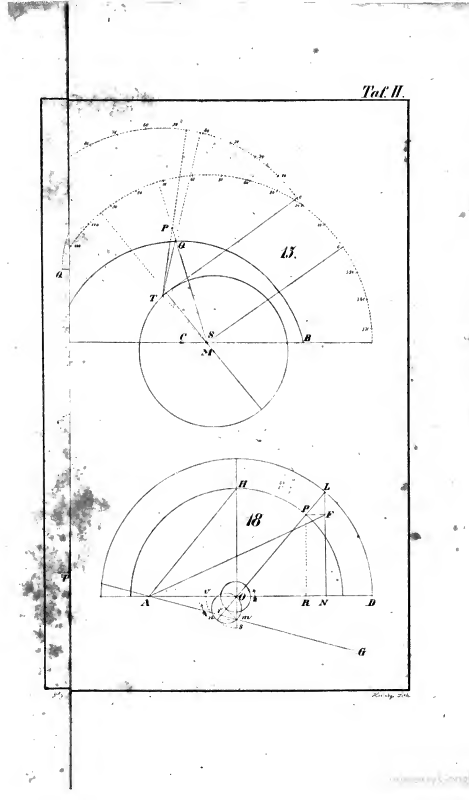
Verbesserung.

In Fig. 47 muss die Linie *BDS* durch den Durchschnittspunkt der *EC* mit der Ellipse *FOD* gehen. Die Figur ist identisch mit Fig. 40.

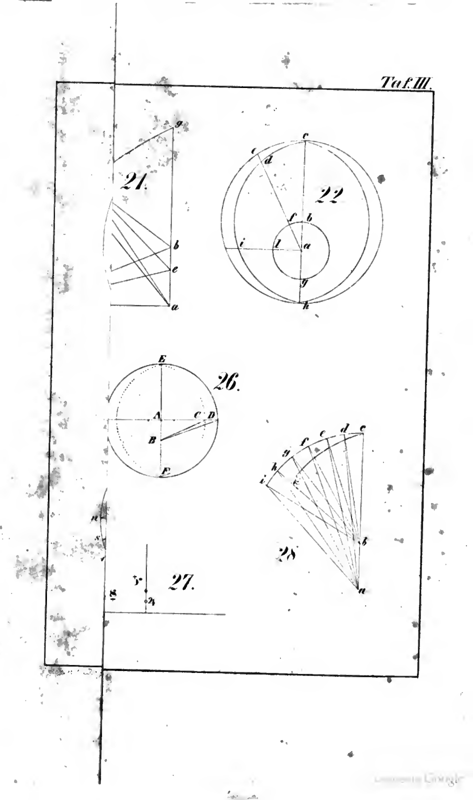


5.
L
O
Q
N
A
M
E
8.
P
Q
D
S
M
N
C
B
T
K
12.
F
K
D
R
M
P
S
C
Q
A
N


BIBLIOTECA NAZIONALE VITTORIO EMANUELE III
NAPOLI

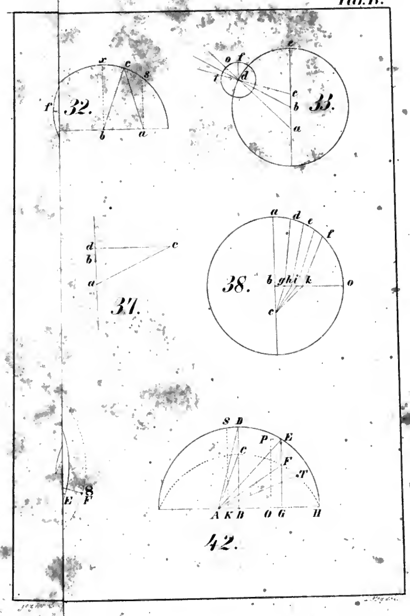

15.
P
Q
T
C
S
M
B
18.
H
L
P
F
A
O
R
N
D
G


NAPOLI


Taf. III.
21.
g
b
e
a
22
c
e
d
f
b
i
l
a
g
h
26.
E
A
C
D
B
E
27.
5
4
8
28
e
d
c
f
g
h
i
k
b
a
Digitized by Google


NAPOLI

Taf. IV.





46. 47. 48. 52.

